

Universidade Estadual Paulista  
Instituto de Química de Araraquara

Vagner Antonio Morales

VAMOS MODELAR, PROFESSOR HÉLLIO? DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO  
PRÁTICO-PROFISSIONAL POR MEIO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA UNIDADE  
DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA

Araraquara  
2021

VAGNER ANTONIO MORALLES

VAMOS MODELAR, PROFESSOR HÉLLIO? DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO  
PRÁTICO-PROFISSIONAL POR MEIO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA UNIDADE  
DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita filho”, Instituto de Química de  
Araraquara, como exigência parcial para obtenção do  
grau de Doutor em Química. Área de concentração:  
Ensino de Química.  
Orientador: Prof. Dr. Amadeu Moura Bego

Araraquara  
2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

M828v      Morales, Vagner Antonio  
Vamos modelar, professor Hélio? Desenvolvimento do  
conhecimento prático-profissional por meio da implementação  
de uma Unidade Didática Multiestratégica / Vagner Antonio  
Morales. – Araraquara : [s.n.], 2021  
543 f. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto  
de Química  
Orientador: Amadeu Moura Bego

1. Planejamento educacional. 2. Átomos - Modelos.  
3. Professores - Formação. 4. Didática. 5. Ciência - Estudo e  
Ensino. I. Título.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA TESE: VAMOS MODELAR, PROFESSOR HÉLLIO? DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO PRÁTICO-PROFISSIONAL POR MEIO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA.

**AUTOR: VAGNER ANTONIO MORALLES**

**ORIENTADOR: AMADEU MOURA BEGO**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em QUÍMICA, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. AMADEU MOURA BEGO (Participação Virtual)

Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica / Instituto de Química - UNESP/Araraquara

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. MICHELLE CAMARA PIZZATO (Participação Virtual) 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul / IFRS - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. GILDO GIROTTI JUNIOR  (Participação Virtual)

Departamento de Química Analítica / Instituto de Química - UNICAMP - Campinas

Prof. Dr. JOSÉ BENTO SUART JÚNIOR (Participação Virtual) 

Departamento de Química / Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Profa. Dra. GABRIELA CAROLINA CATTANI DELORD (Participação Virtual) 

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales / Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla – España

Araraquara, 17 de dezembro de 2021



## DADOS CURRICULARES

### IDENTIFICAÇÃO

**Nome:** Vagner Antonio Moralles.

**Nome em citação:** MORALLES, V. A.

### FORMAÇÃO ACADÊMICA/TITULAÇÃO:

➤ Mestre em Química, com ênfase em Química Inorgânica, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Instituto de Química de Araraquara – Concluído em 2017.

MORALLES, V. A. **Síntese e caracterização de compostos de coordenação com ligantes de produto natural**. Orientador: Marco Aurélio Cebim. 2017.125f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2017.

➤ Graduação em Licenciatura em Química na Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Instituto de Química de Araraquara - Concluído em 2015.

### ATIVIDADES ACADÊMICAS RELEVANTES

➤ Estágio docência:

Disciplina de Química Geral do curso de Licenciatura em Química (período noturno) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Química de Araraquara. O estágio foi realizado no segundo semestre de 2017 com a supervisão do Prof. Dr. José Clayston Melo Pereira.

➤ Aulas ministradas:

I) Disciplina do Laboratório de Ensino de Química Geral do curso de Licenciatura em Química (2018) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Química de Araraquara. O trabalho foi desenvolvido com a supervisão do Prof. Dr. Amadeu Moura Bego.

II) Disciplina do Laboratório de Química Geral do curso de Engenharia Química (2018) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Química de Araraquara. O trabalho foi desenvolvido com a supervisão do Prof. Dr. Marcelo Nalin.

III) Disciplina do Laboratório de Química Geral do curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia (2018) da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Química de Araraquara. O trabalho foi desenvolvido com a supervisão do Prof. Dr. Marcelo Nalin.

IV) Disciplina do Laboratório de Ensino de Química Geral do curso de Licenciatura em Química (2019) da Universidade Estadual Paulista (UNESP)-Instituto de Química de Araraquara. O trabalho foi desenvolvido com a supervisão do Prof. Dr. Amadeu Moura Bego.

V) Disciplina do Laboratório de Ensino de Química Geral do curso de Licenciatura em Química (2020 e 2021) da Universidade Estadual Paulista (UNESP)-Instituto de Química de Araraquara. O trabalho foi desenvolvido com a supervisão do Prof. Dr. Amadeu Moura Bego.

➤ Supervisão científica:

Supervisão da iniciação científica do discente Douglas Augusto Rodrigues e Almeida no Programa de Iniciação Científica sem Bolsa ICSB – Pró-reitoria de pesquisa Universidade Estadual Paulista (2020). Projeto intitulado de: Revisão sistemática sobre a utilização do termo inovação em artigos da área de Ensino de Ciência.

➤ Participação em banca de trabalho de conclusão de curso:

I) MORALLES, V. A.; COSTA, C. F. G.; PALMIERI, L. J.; ZULIANI, S. R. Q. A. Participação como membro da banca de Milena Alves. Conhecimento pedagógico do conteúdo: uma revisão da temática no contexto da formação de professores de Ciências. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências) - Universidade de São Paulo-Polo de Piracicaba.

III) MORALLES, V. A.; PALMIERI, L. J.; COSTA, C. F. G.; LIPORINI, T. Q. Participação como membro da banca de Luis Paulo Scudilio. Motivação e ensino de Ciências: um estudo de caso a partir de atividades extracurriculares práticas. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências) - Universidade de São Paulo-Polo de Piracicaba.

IV) MORALLES, V. A.; ZYTKUEWISZ, M. A.; BEGO, A. M. Participação como membro da banca de Fabiano Cardoso Silva. Explicitando o diálogo entre a fenomenotécnica de Gaston Bachelard e o Ensino de Ciências. 2019. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Estadual Paulista – Instituto de Química de Araraquara.

V) MORALLES, V. A. Participação como avaliador de trabalhos do XXXII Congresso de Iniciação Científica da Universidade Estadual Paulista. 2020).

VI) MORALLES, V. A.; GOMES, J. A.; FERREIRA, E. C. Participação como membro da banca de Evilim Martinez de Oliveira. Uma proposta de Unidades Didáticas Multiestratégicas para o ensino de princípios da espectroscopia em uma abordagem CTS. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Estadual Paulista – Instituto de Química de Araraquara.

VII) MORALLES, V. A.; GARRIDO, S. S.; ERNANDES, J. R. Participação como membro da banca de Letícia Damiano Dantas. Uma proposta de Unidades Didáticas Multiestratégicas para o ensino de bioquímica sob a perspectiva CTS no contexto do ensino médio. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Estadual Paulista – Instituto de Química de Araraquara.

VIII) MORALLES, V. A.; BEGO, A. M.; MONTEIRO, V. O papel do supervisor de estágio na formação de futuros professores de Química: Uma revisão sistemática em periódicos nacionais. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Estadual Paulista – Instituto de Química de Araraquara.

➤ Cursos de aperfeiçoamento docente:

I) Participação da Oficina: Formação Pedagógica (PAADES), realizada pela Pró-reitoria de Graduação- Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Campus de Bauru. Carga horária: 22h. 2018.

II) Participação do curso iNOVAGrad para apoio do ensino de graduação à distância, da Pró-reitoria de Graduação - Universidade Estadual Paulista (UNESP). Carga horária: 8h. 2020.

## TRABALHOS PUBLICADOS E/OU SUBMETIDOS A PERIÓDICOS INDEXADOS

- I) MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Intersecção entre a formação continuada de professores e as várias tipologias de saberes docentes nas pesquisas brasileiras. **RBPG**, v. 16, n. 35, p. 1 - 31, 2020.
- II) BEGO, A. M.; MORAES, D. P.; MORALLES, V. A.; BACCINI, L. R. O teatro de temática científica em foco: impactos de uma intervenção didático-pedagógica nas visões distorcidas de alunos do ensino médio sobre a natureza da ciência. **QNEsc**, v. 42, n. 3, p. 256 – 268, 2020.
- III) SÁ, C. R. A.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Modelo atômico de Thomson e o Ensino Fundamentado em Modelagem: uma intervenção no Ensino Médio. **REnCiMa**, v. 12, n. 2, p. 1 – 24, 2021.
- IV) BEGO, A. M.; FERRARINI, F. O.; MORALLES, V. A. Ressignificação dos estágios curriculares supervisionados por meio da implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. **Educação Química: em ponto de vista**, v. 5, n. 1, p. 5 – 28, 2021.
- V) BRAGUETO, L. N. C.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Incidence of Design-Based Research Methodology in Science Education Articles: A Bibliometric Analysis. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, p. 1 – 22, 2021.

## RESUMOS COMPLETOS APRESENTADOS EM CONGRESSO

- I) MORALLES, V. A.; DAVOLOS, M. R.; CEBIM, M. A.; ROMERO, J. H. S. Investigation of  $Ba_{1-2x}Eu_xNa_xWO_4$  and  $Ba_{1-2x}Eu_xK_xWO_4$  luminescent properties under UV excitation or X-rays. 2014. In: *XIII SBPMat*, XIII, 2014, João Pessoa. **Anais...** Rio de Janeiro: SBPMat, 2014. p. 1 - 3.
- II) MORALLES, V. A.; SILVA, A. L.; ALVES, M.; STAIN, S. N.; BEGO, A. M. Relato de experiência: Utilização de um júri simulado no ensino de radioatividade. In: *XIII Evento de Educação em Química*, XIII, 2015, Araraquara. **Anais...** Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2015. p. 1 - 10.
- III) MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Qualquer um pode dar aula? Um estudo de caso para a discussão da profissionalização do trabalho docente em cursos de formação inicial de professores. In: *IV Congresso Nacional de Formação de Professores e XIV Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores*, 4, 2018a, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Pró-Reitoria de Graduação da UNESP, 2018a. p. 1 – 12.
- IV) MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Estudar Química para quê? Um Estudo de Caso para discutir a importância do conhecimento químico para alunos do Ensino Médio. In: *XVI Evento de Educação em Química (EVEQ)*, 16, 2018b, Araraquara. **Anais...** Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2018b. p. 1 - 10.
- V) BALTIERI, R. S.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. O que pensam os candidatos a um curso de doutorado em Química sobre os parâmetros de estabilidade

de uma ligação iônica. *In*: Evento de Educação em Química (EVEQ), 17, 2019, Araraquara. **Anais...** Araraquara: UNESP Araraquara, 2019. p. 1 – 10.

VI) LUZ, A. R.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Concepções sobre formação continuada no contexto do PIBID. *In*: Evento de Educação em Química (EVEQ), 17, 2019, Araraquara. **Anais...** Araraquara: UNESP Araraquara, 2019. p. 1 – 10.

VII) MENDONÇA, K. L.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Proposta de um Estudo de Caso para o ensino de Substância e Mistura no segundo ciclo do Ensino Fundamental. *In*: Evento de Educação em Química (EVEQ), 17, 2019, Araraquara. **Anais...** Araraquara: UNESP Araraquara, 2019. p. 1 - 10.

VIII) LUZ, A. R.; BEGO, A. M.; MORALLES, V. A. Mapeamento das publicações sobre a formação continuada de professores no âmbito do PIBID em periódicos nacionais. *In*: 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), 20, 2021, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Ensino de Química, 2021.

## TRABALHOS APRESENTADOS EM CONGRESSOS

I) MORALLES, V. A.; DAVOLOS, M. R.; CAGNIN, F.  $[Eu(tta)_3(en)]$ , monômero ou polímero? *In*: Primeira fase do XXIV Congresso de Iniciação Científica da UNESP - III Fórum Internacional de Iniciação Científica da UNESP, XXIV, 2012, Araraquara. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2012, p. 1.

II) MORALLES, V. A.; DAVOLOS, M. R.; CAGNIN, F.  $[Eu(tta)_3(en)]$ , monômero ou polímero? *In*: Segunda fase do XXIV Congresso de Iniciação Científica da UNESP - III Fórum Internacional de Iniciação Científica da UNESP, XXIV, 2012, São Pedro. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2012, p. 1.

III) MORALLES, V. A.; DAVOLOS, M. R.; CEBIM, M. A.; SAITO, G. P. Associados de hidroxicarbonato de zinco e Uvinul-A-Plus como filtros solares. *In*: Primeira fase do XXV Congresso de Iniciação Científica da UNESP - III Fórum Internacional de Iniciação Científica da UNESP, XXV, 2013, Araraquara. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2013, p. 1.

IV) MORALLES, V. A.; DAVOLOS, M. R.; CEBIM, M. A.; SAITO, G. P. Associados de hidroxicarbonato de zinco e Uvinul-A-Plus como filtros solares. *In*: Segunda fase do XXV Congresso de Iniciação Científica da UNESP - III Fórum Internacional de Iniciação Científica da UNESP, XXV, 2013, Barra Bonita. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2013, p. 1.

V) MORALLES, V. A.; DAVOLOS, M. R.; CEBIM, M. A.; ROMERO, J. H. S. Efeito da Codopagem nos compostos  $BaWO_4: Eu^{3+}, M^+$  ( $M^+ = Li^+, Na^+$  ou  $K^+$ ) potencialmente utilizados em dispositivos eletro-ópticos. *In*: Primeira fase do XXVI Congresso de Iniciação Científica da UNESP - III Fórum Internacional de Iniciação Científica da UNESP, XXVI, 2014, Araraquara. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2014, p. 1.

VI) MORALLES, V. A.; DAVOLOS, M. R.; CEBIM, M. A.; ROMERO, J. H. S. Efeito da Codopagem nos compostos  $BaWO_4: Eu^{3+}, M^+$  ( $M^+ = Li^+, Na^+$  ou  $K^+$ ) potencialmente utilizados em dispositivos eletro-ópticos. *In*: Segunda fase do XXVI Congresso de

Iniciação Científica da UNESP - III Fórum Internacional de Iniciação Científica da UNESP, XXVI, 2014, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2014, p. 1.

VII) MORALLES, V. A.; DAVOLOS, M. R.; CEBIM, M. A.; ROMERO, J. H. S. Efeito de compensação de carga na luminescência com excitação UV ou raios X do composto  $Ba_{1-2x}Eu_xK_xWO_4$ . *In: 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 37, 2014, Natal. **Anais...** São Paulo: SBQ, 2014. p. 1.

VIII) MORALLES, V. A.; BEGO, A. M.; SILVA, A. L.; ALVES, M.; STAIN, S. N.; MASSI, L. Aplicação e avaliação de uma unidade didática multiestratégica sobre a aplicação da radioatividade no cotidiano. *In: XIII Evento de Educação em Química*, XIII, 2015, Araraquara. **Anais...** Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2015. p. 1.

IX) GONÇALVES, L.G.; DAVOLOS, M.R.; CEBIM, M.A.; SAITO, G.P.; MORALLES, V.A. Estudo da luminescência de complexo de  $Eu^{3+}$  com o ligante butilmetoxidibenzoilmetano sob excitação de radiação UV ou raios X". *In: Primeira fase do XXVII Congresso de Iniciação Científica da UNESP- III Fórum Internacional de Iniciação Científica da UNESP*, XVII, 2016, Araraquara. **Anais...** Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2016. p. 1.

X) DE OLIVEIRA, T.S.; CEBIM, M.A.; SAITO, G.P.; MORALLES, V.A. Complexos de ácido cinâmico com potencial uso para filtros solares. *In: Primeira fase do XXVIII Congresso de Iniciação Científica da UNESP*, XXVIII, 2016, Araraquara. **Anais...** Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2016. p. 1.

XI) MARTIN, M.W.; CEBIM, M.A.; MORALLES, V.A. Influência das condições de preparação hidrotérmica nas propriedades de materiais lamelares de terra rara. *In: Primeira fase do XXVIII Congresso de Iniciação Científica da UNESP*, XXVIII, 2016, Araraquara. **Anais...** Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2016. p. 1 - 10.

VIII) MORALLES, V. A.; KRAUSER, M. O.; CEBIM, M. A.; DAVOLOS, M. R. Luminescence of  $Gd^{3+}_{1-x}/Eu^{3+}_x$ -gallic acid complexes. *In: International Conference on Luminescence*, 18, 2017, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Interactive Collaborative Learning, 2017. p. 1.

IX) MARTIN, M. W.; MORALLES, V. A.; CEBIM, M. A. Study of the optical properties of two-dimensional nanostructures of  $Y_2O_3:Eu^{3+}$  prepared from precursor  $Y_4O(OH)_9NO_3$ . *In: International Conference on Luminescence*, 18, 2017, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Interactive Collaborative Learning, 2017.

X) REQUENA, G. F.; KRAUSER, M. O.; MORALLES, V. A.; CEBIM, M. A.; DAVOLOS, M. R. Photoluminescence and scintillation of  $Y_{2-2x-2y-2z}Gd_{2x}Lu_{2y}Eu_{2z}O_2$  system. *In: International Conference on Luminescence*, 18, 2017, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Interactive Collaborative Learning, 2017. p. 1.

XI) BALTIERI, R. S.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Concepções de candidatos a um programa de mestrado em química sobre parâmetros de estabilidade da ligação iônica. *In: Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química (EPPEQ)*., 10, 2019, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP Bauru, 2019. p. 1.

XII) SCARABELLO, D.; MORALLES, V. A.; CEBIM, M. A. Síntese e caracterização de complexo misto dos ligantes tenoiltrifluoroacetato e difenilfosfinato com íon Európio(III). *In: XXXI Congresso de Iniciação Científica da Unesp, XXXI, 2019, Araraquara. Anais...* São Paulo: Pró-Reitoria de Pesquisa da UNESP, 2019. p. 1.

XIII) PRIMO, C. M.; SOUZA, L. A.G.; PEREIRA, D. V.; BOCANEGRA, C. H. MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Elaboração de uma sequência didática para o ensino de análise elementar no ensino médio. *In: Evento de Educação em Química (EVEQ), 17, 2019, Araraquara. Anais...* Araraquara: UNESP Araraquara, 2019. p. 1.

XIV) SCARABELLO, D.; MORALLES, V. A.; CEBIM, M. A. Síntese e caracterização de complexo misto dos ligantes tenoiltrifluoroacetato e difenilfosfinato com íon Európio(III). *In: 43ª Reunião anual virtual da SBQ, 43, 2020, São Paulo. Anais...* São Paulo: SBQ, 2020, p.1.

XV) SCARABELLO, D.; MORALLES, V. A.; CEBIM, M. A. Síntese e caracterização do complexo misto dos ligantes tenoiltrifluoroacetato e difenilfosfinato com o íon európio(III). *In: XXXII Congresso de Iniciação Científica da UNESP, XXXII, 2020, Araraquara. Anais...* Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2020. p. 1.

XVI) ALMEIDA, D. C. A. R.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Revisão sistemática sobre a utilização do termo inovação em artigos da área de Ensino de Ciências. *In: XXXII Congresso de Iniciação Científica da UNESP, XXXII, 2020, Araraquara. Anais...* Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2020. p. 1.

XVII) RODRIGUES, V. H.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Qualquer um pode dar aula? Estudo de Caso para levantar concepções de licenciandos em química sobre saberes necessários para a docência. *In: XXXIII Congresso de Iniciação Científica da UNESP, XXXIII, 2021, Araraquara. Anais...* Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2021. p. 1.

XVIII) ZOTESSO, J. E. B.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Formação continuada de professores universitários: uma surpreendente revisão sistemática de artigos da área de ciências da natureza. *In: XXXIII Congresso de Iniciação Científica da UNESP, XXXIII, 2021, Araraquara. Anais...* Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2021. p. 1.

XIX) SCARABELLO, D.; MORALLES, V. A.; BIM, L. F. B; CEBIM, M. A. Síntese e caracterização do sal complexo misto dos ligantes tenoiltrifluoroacetato e difenilfosfinato com o íon európio(III) e o cátion cetilpiridínio. *In: XXXIII Congresso de Iniciação Científica da UNESP, XXXIII, 2021, Araraquara. Anais...* Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2021. p. 1.

## **PRÊMIOS**

I) 2013 - 3º Melhor trabalho da área de Exatas do XXV Congresso de Iniciação Científica da Universidade Estadual Paulista (CIC-UNESP).

II) 2014 - Menção Honrosa Concedida ao Melhor Aluno do Curso de Licenciatura em Química - Turma de 2014, Universidade Estadual Paulista- Instituto de Química de Araraquara (IQ-CAr/UNESP).

III) 2014 - Prêmio Lavoisier conferido ao Melhor Aluno do Curso de Licenciatura em Química - UNESP/Turma de 2014, Conselho Regional de Química (CRQ-IV Região).

IV) 2015 - 1º Lugar no processo seletivo do segundo semestre de 2015 para o curso de Mestrado em Química, Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista -Araraquara (IQ-CAr/UNESP).

V) 2021 - Prêmio destaque no Programa de Aperfeiçoamento e Apoio à Docência no Ensino Superior (PAADES) – Maior destaque da área de exatas devido às atividades didáticas desenvolvidas em disciplinas de graduação da Universidade Estadual Paulista (Pró-Reitoria de Pós-Graduação da UNESP).



Dedico aos meus pais Eliza Mirandola Moralles e Alcides Donizetti Moralles, à minha irmã Candida Angela Moralles pelo apoio, incentivo, carinho e amor.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual Paulista (UNESP) e ao Instituto de Química de Araraquara (IQ/CAr) por ter me propiciado uma formação de excelência durante toda minha carreira acadêmica, desde a graduação até esta tese de doutorado.

A todos os funcionários do Instituto de Química de Araraquara pelo apoio acadêmico e trabalho de excelência durante todos estes meus anos de UNESP.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da minha bolsa de doutorado.

Ao conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por todo o financiamento das minhas bolsas de Iniciação Científica e de Mestrado, que me propiciaram chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Amadeu Moura Bego, por toda a amizade, paciência, conselhos e ensinamentos. Mais do que um orientador, um grande exemplo de profissional e de ser humano.

Ao meus pais, Eliza Mirando Moralles e Alcides Donizetti Moralles, e à minha irmã, Candida Angela Moralles, que me ajudaram e apoiaram em toda esta jornada.

A todos os integrantes da Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ) pela convivência, amizade e ensinamentos.

*“Se, a princípio, a ideia não é absurda,  
então não há esperança para ela”*  
Albert Einstein (1879 – 1955)

*“Um professor afeta a eternidade. É  
impossível dizer até onde vai a sua  
influência”*  
Henry Brooks Adams (1838 – 1918)

## RESUMO

O conhecimento profissional docente pode ser pesado em duas grandes vertentes, a dominante e a desejável. Ambas são compostas de quatro grandes saberes: o acadêmico, as teorias implícitas, os princípios e crenças e as rotinas e guias de ação. A principal diferença de uma perspectiva para outra é que na vertente dominante esses blocos de saberes podem ser utilizados pelo professor sem interação direta entre si. Já no conhecimento profissional desejável há uma interface entre esses saberes que possibilita articulá-los e reelaborá-los para resolver problemas práticos-profissionais. A perspectiva adotada nesta pesquisa é que a implementação de uma Unidade Didática Multiestratégia, na formação continuada de um professor de Química, pode contribuir para o desenvolvimento dessa segunda vertente. O colaborador da pesquisa, professor Hélio, é um profissional experiente que desenvolveu sua formação continuada no contexto do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional e implementou seu planejamento didático-pedagógico no ensino médio de uma rede pública. Dentre as várias características desse programa de formação continuada, pode-se destacar como as mais importantes: a interação do professor com uma equipe da academia por um longo período de tempo e a possibilidade de se trabalhar problemas reais emergentes de seu contexto didático. A pesquisa foi desenvolvida seguindo os aportes teórico-metodológicos da pesquisa qualitativa, fazendo-se uso do estudo de caso. O objetivo geral foi entender de que modo o processo de implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica incide sobre o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável de um professor em formação continuada. Os dados coletados foram as várias versões do planejamento didático-pedagógico desenvolvido, as reuniões de orientação do professor com o pesquisador da academia, as aulas de intervenção didático-pedagógica, um questionário de caracterização e uma entrevista. Esses dados foram tratados por meio da análise de conteúdo, tendo como referenciais teóricos as premissas da *Red Investigación y Renovación Escolar* e o modelo de implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. Os resultados trouxeram indícios que as etapas envolvidas no processo formativo de implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica - planejamento, intervenção e replanejamento - contribuem para que o professor caminhe no sentido de desenvolver um conhecimento profissional desejável. Isso pode ser inferido por meio do aumento da complexidade das interações dos vários elementos do planejamento didático-pedagógico e dos primeiros passos no sentido de superação das tendências-obstáculos.

**Palavras-chave:** conhecimento profissional desejável; formação continuada; mestrado profissional; ensino fundamentado em modelagem; unidades didáticas multiestratégicas; planejamento didático-pedagógico.

## ABSTRACT

The professional knowledge of teachers can be split into two main aspects, the dominant and the desirable. Both are composed by four broad knowledges, the academic, the implicit theories, the principles and beliefs, and the routines and action guides. The main difference from one perspective to another is that, in the dominant position, these blocks of knowledge are used by the teacher without direct interaction with each other. In the desirable professional knowledge, there is an interface between them that makes it possible to articulate and reworked them to solve practical-professional problems. The perspective adopted in this research is that the implementation of a Multistrategy Didactic Unit, in the continuing education of a chemistry teacher, can contribute to the development of this second aspect. The research collaborator, Professor Hélio, is an experienced professional who developed his continuing education in the context of a professional master's degree in chemistry in the national network and implemented his didactic-pedagogical planning in a public high school. Among various characteristics of this continuing education program, the most important can be highlighted: the teacher's interaction with an academic team for a long period of time and the possibility of working on real problems emerging from their real-life context. The research was developed following the theoretical-methodological contributions of qualitative research, making use of the case study method. The general objective was to understand how the process of implementing a Multistrategic Didactic Unit affects the development of desirable professional knowledge for a chemistry teacher in continuing education. The data collected were the various versions of the teaching planning developed by the teacher, the orientation meetings between the teacher and the academic researcher, the didactic-pedagogical intervention classes, a characterization questionnaire, and an interview. These data were treated through content analysis method, having both the premises of the *Red Investigación y Renovación Escolar* and the implementation model of multistrategic didactic units as theoretical references. The results provided evidence that the steps involved in the training process of implementing a Multistrategic Didactic Unit - planning, intervention, and re-planning - contribute for the teacher to move towards developing desirable professional knowledge. This could be inferred through the increase in the complexity of the interactions of the various elements of the teaching planning and the first steps towards overcoming obstacles-trends.

**Keywords:** desirable professional knowledge; continuing education; professional masters; modelling-based teaching; multistrategic didactic unit; teaching planning.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Percentual de professores da educação básica com pós-graduação <i>lato sensu</i> ou <i>stricto sensu</i> no Brasil. ....                             | 37 |
| Figura 2. Principais aspectos a serem considerados no delineamento da formação continuada de professores, segundo a literatura especializada. ....             | 54 |
| Figura 3. Principais aspectos a serem considerados no delineamento da formação continuada de professores de Ciências, segundo a literatura especializada. .... | 55 |
| Figura 4. Estados brasileiros com cobertura do ProfQui. ....                                                                                                   | 58 |
| Figura 5. Elementos básicos na melhoria da educação segundo o <i>Proyecto IRES</i> . .                                                                         | 63 |
| Figura 6. Sequência metodológica característica do modelo tradicional de ensinar. .                                                                            | 65 |
| Figura 7. Modelo didático baseado na primazia do saber acadêmico. ....                                                                                         | 66 |
| Figura 8. Modelo baseada na supremacia do saber técnico. ....                                                                                                  | 67 |
| Figura 9. Sequência metodológica característica do modelo tecnicista de ensinar... .                                                                           | 69 |
| Figura 10. Sequência metodológica característica do modelo espontaneísta de ensinar. ....                                                                      | 70 |
| Figura 11. Modelos baseados na supremacia do saber fenomenológico: enfoque artesanal.....                                                                      | 71 |
| Figura 12. Modelos baseados na supremacia do saber fenomenológico: enfoque ideológico. ....                                                                    | 72 |
| Figura 13. Componentes do conhecimento profissional segundo os diferentes enfoques.....                                                                        | 73 |
| Figura 14. O saber prático complexo. ....                                                                                                                      | 75 |
| Figura 15. Fontes e componentes do conhecimento profissional dominante. ....                                                                                   | 76 |
| Figura 16. Fontes principais para elaboração do conhecimento profissional desejável. ....                                                                      | 80 |
| Figura 17. Processo de integração dos saberes metadisciplinares e da didática específica que se relacionam com o conhecimento prático-profissional. ....       | 84 |
| Figura 18. Processo de integração da experiência profissional. ....                                                                                            | 86 |

|                                                                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 19. Componentes do conhecimento profissional desejável.....                                                                                                                             | 87  |
| Figura 20. Processo de integração e transformação de nível superior na formação do conhecimento prático-profissional. ....                                                                     | 88  |
| Figura 21. Conhecimento prático como mediador entre teoria e prática. ....                                                                                                                     | 88  |
| Figura 22. Conhecimento prático como sistema de ideias em evolução. ....                                                                                                                       | 89  |
| Figura 23. Interações que favorecem o surgimento de teorias práticas. ....                                                                                                                     | 89  |
| Figura 24. Interações entre elementos do sistema didático. ....                                                                                                                                | 90  |
| Figura 25. <i>Modelo de Investigación en la Escuela</i> . ....                                                                                                                                 | 95  |
| Figura 26. A organização do conhecimento profissional desejável. ....                                                                                                                          | 99  |
| Figura 27. Grandes grupos de modelo de formação dos professores.....                                                                                                                           | 101 |
| Figura 28. Transição proposta em relação aos conteúdos escolares. ....                                                                                                                         | 102 |
| Figura 29. Transição proposta em relação ao uso didático da perspectiva dos alunos. ....                                                                                                       | 103 |
| Figura 30. Transição proposta em relação às atividades e recursos didáticos. ....                                                                                                              | 103 |
| Figura 31. Transição proposta em relação à avaliação. ....                                                                                                                                     | 104 |
| Figura 32. Relações entre o modelo habitual, ideal e possível. ....                                                                                                                            | 110 |
| Figura 33. Os problemas práticos docentes e suas interações.....                                                                                                                               | 116 |
| Figura 34. Tipos de modelos metodológicos e seus fundamentos. T: Teoria; I: Introdução; S: Síntese; P: Prática; PR: Problema/projeto; IA: Ideias dos alunos; AC: Atividades de contraste. .... | 117 |
| Figura 35. Diferentes dimensões que se configuram em obstáculos para a melhora docente. ....                                                                                                   | 118 |
| Figura 36. Os problemas do mapa como organizador das sequências de atividades e como forma de abordar os conteúdos.....                                                                        | 121 |
| Figura 37. Os problemas geram coerência e relação entre mapas conceituais, as sequências de atividades e o questionário de avaliação.....                                                      | 122 |
| Figura 38. Componentes e inter-relações do conhecimento profissional desejável, segundo a <i>Red IRES</i> .....                                                                                | 127 |

|                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 39. Fontes do conhecimento prático-profissional desejado, sendo a <i>Red IRES</i> .<br>.....                                                                           | 127 |
| Figura 40. Concretização do conhecimento profissional desejado.....                                                                                                           | 128 |
| Figura 41. Conhecimento profissional desejável, fontes para o desenvolvimento e níveis de concretização. ....                                                                 | 129 |
| Figura 42. Fluxograma de delimitação das ações do planejamento curricular. ....                                                                                               | 133 |
| Figura 43. Tipos de planejamento didático-pedagógico, centralização e autonomia docente. ....                                                                                 | 135 |
| Figura 44. Características e relações entre os elementos do planejamento e a prática pedagógica do professor.....                                                             | 153 |
| Figura 45. Fluxograma de delimitação das ações do planejamento curricular. Mapa conceitual dos elementos e modo de estruturar o planejamento de ensino do professor.<br>..... | 154 |
| Figura 46. Dinâmica temporal do processo de implementação da UDM.....                                                                                                         | 163 |
| Figura 47. Sistematização do planejamento de uma UDM. ....                                                                                                                    | 164 |
| Figura 48. Focos de interesse da Química.....                                                                                                                                 | 169 |
| Figura 49. Aspectos do conhecimento químico.....                                                                                                                              | 170 |
| Figura 50. Bidimensionalidade da taxonomia de Bloom revisada. ....                                                                                                            | 180 |
| Figura 51. Atividades da segunda etapa de implementação da UDM.....                                                                                                           | 190 |
| Figura 52. Processo de implementação da UDM. ....                                                                                                                             | 192 |
| Figura 53. As etapas da AC. ....                                                                                                                                              | 232 |
| Figura 54. Concepções de modelo científico.....                                                                                                                               | 244 |
| Figura 55. Sequência de passos sugeridas para se produzir um modelo científico.                                                                                               | 248 |
| Figura 56. Principais etapas envolvidas no processo de modelagem. ....                                                                                                        | 248 |
| Figura 57. Etapas do EFM.....                                                                                                                                                 | 251 |
| Figura 58. Princípios do EFM.....                                                                                                                                             | 253 |
| Figura 59. Movimento de análise dos dados coletados com as respectivas fontes de informação e questões de pesquisas específicas relacionadas. ....                            | 263 |



|                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 60. Mapa conceitual confeccionado para a primeira versão da UDM. ....                                                                                                                                                                 | 283 |
| Figura 61. Mapa conceitual confeccionado para a versão da intervenção da UDM.                                                                                                                                                                | 284 |
| Figura 62. Pontuação dos mapas conceituais da primeira versão e da versão da intervenção.....                                                                                                                                                | 286 |
| Figura 63. Configuração da análise dos vídeos de intervenção didático-pedagógica. ....                                                                                                                                                       | 309 |
| Figura 64. Detalhamento da análise horizontal. ....                                                                                                                                                                                          | 310 |
| Figura 65. Momentos da dinâmica da atividade da caixa misteriosa no 2ºL. A) ação de levantar a caixa; B) ação de chacoalhar a caixa; C) utilização do ímã na caixa; D) discussão da atividade. ....                                          | 314 |
| Figura 66. Momentos do EFM desenvolvidos 2ºK. A) aula expositiva e dialogada; B) modelagem em grupos; C) socialização dos modelos 4ª aula; D) socialização dos modelos 5ª aula.....                                                          | 321 |
| Figura 67. Momentos do EFM desenvolvidos 2ºL. A) apresentação dos grupos na 4ªaula; B) apresentação dos grupos na 5ª aula. ....                                                                                                              | 326 |
| Figura 68. Gráficos das análises. A) Compração em termos de números totais das versões da UDM. B) e C) Contagem dos critérios considerando 1º e 2º blocos sepamente da primeira versão da UDM e da versão reeelaborada, respectivamente .... | 369 |
| Figura 69. Questões específicas de pesquisa, fontes de informação, instrumentos de análise e inferências.....                                                                                                                                | 379 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 1. Competências gerais docentes. ....                                                                                            | 41  |
| Quadro 2. Matriz curricular das disciplinas do ProfQui.....                                                                             | 59  |
| Quadro 3. Concepções curriculares no <i>Modelo de Investigación en la Escuela</i> . ....                                                | 96  |
| Quadro 4. Os âmbitos de investigação profissional. ....                                                                                 | 97  |
| Quadro 5. Atividades desenvolvidas no curso CAIC, de acordo com os problemas práticos-profissionais sugeridos. ....                     | 106 |
| Quadro 6. Objetivo de cada módulo do CGDU. ....                                                                                         | 114 |
| Quadro 7. Variáveis relacionadas à avaliação e à qualificação.....                                                                      | 124 |
| Quadro 8. Autonomia profissional de acordo com os modelos de formação de professores.....                                               | 144 |
| Quadro 9. Elementos do planejamento, definições, características e exemplos.....                                                        | 151 |
| Quadro 10. Síntese das etapas para planejamento de uma UD. ....                                                                         | 156 |
| Quadro 11. Matriz do bloco de caracterização da UDM.....                                                                                | 165 |
| Quadro 12. Matriz da tarefa 1- caracterização do contexto.....                                                                          | 166 |
| Quadro 13. Matriz da tarefa 2- análise Científico-Epistemológica.....                                                                   | 167 |
| Quadro 14. Matriz da tarefa 3 - Análise didático-pedagógica.....                                                                        | 174 |
| Quadro 15. Matriz da tarefa 4 - Abordagem metodológica.....                                                                             | 176 |
| Quadro 16. Matriz da seção da UDM de definição do tema, objetivos de aprendizagem, sequências didáticas e estratégias de avaliação..... | 178 |
| Quadro 17. Estrutura da dimensão conhecimento da taxonomia de Bloom revisada. ....                                                      | 181 |
| Quadro 18. Processo cognitivo da taxonomia de Bloom revisada e gerúndios associados. ....                                               | 182 |
| Quadro 19. Estrutura bidimensional da taxonomia de Bloom revisada com categorias de cada dimensão. ....                                 | 183 |
| Quadro 20. Matriz das tarefas 6 e 7 - seleção de estratégias didáticas e instrumentos de avaliação. ....                                | 185 |

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 21. Objetivos e procedimentos das 7 tarefas da UDM. ....                                                                                                    | 186 |
| Quadro 22. Diários de sala do professor. ....                                                                                                                      | 189 |
| Quadro 23. Diferenças entre a pesquisa qualitativa e quantitativa.....                                                                                             | 208 |
| Quadro 24. Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa.....                                                                                       | 210 |
| Quadro 25. Tipos de questões que conduzem de forma positiva ou negativa uma entrevista.....                                                                        | 225 |
| Quadro 26. Questões, fontes e instrumentos de pesquisa.....                                                                                                        | 234 |
| Quadro 27. Instrumento de análise para o modelo de planejamento didático-pedagógico da UDM: Identificação (ID), critérios de avaliação, descrição e adequação..... | 236 |
| Quadro 28. Classificação e definição dos diferentes modelos utilizados nas Ciências e/ou no Ensino de Ciências.....                                                | 245 |
| Quadro 29. Caracterização dos modelos científicos e do EFM.....                                                                                                    | 254 |
| Quadro 30. Instrumento de análise para os vídeos da intervenção didático-pedagógica. ....                                                                          | 256 |
| Quadro 31. Caracterização geral do colaborador da pesquisa. ....                                                                                                   | 261 |
| Quadro 32. Caracterização da primeira versão da UDM elaboradas pelo colaborador da pesquisa.....                                                                   | 266 |
| Quadro 33. Objetivos geral e específicos da primeira versão da UDM. ....                                                                                           | 270 |
| Quadro 34. Objetivos, conteúdos, forma de alcançá-los e avaliação.....                                                                                             | 271 |
| Quadro 35. Processo cognitivo dos objetivos propostos pelo professor Hélio, segundo a taxonomia de Bloom revisada. ....                                            | 272 |
| Quadro 36. Objetivos específicos e instrumentos de avaliação/materiais de aprendizagem correspondentes.....                                                        | 274 |
| Quadro 37. Análise da UDM inicial.....                                                                                                                             | 279 |
| Quadro 38. Critérios de classificação dos mapas conceituais.....                                                                                                   | 285 |
| Quadro 39. Recorte das linhas 2, 3, 4, 5 e 6 do quadro do Apêndice F.....                                                                                          | 288 |
| Quadro 40. Recorte das linhas 7, 9, 15, 20 e 21 do quadro do Apêndice F.....                                                                                       | 290 |
| Quadro 41. Recorte das linhas 10, 13 e 16 do quadro do Apêndice F.....                                                                                             | 292 |

|                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 42. Recorte das linhas 19, 22, 24 e 25 do quadro do Apêndice F.....                                                                     | 293 |
| Quadro 43. Recorte das linhas 11, 14 e 17 do quadro do Apêndice F.....                                                                         | 294 |
| Quadro 44. Recorte das linhas 18, 23, 24 e 25 do quadro do Apêndice F.....                                                                     | 295 |
| Quadro 45. Detalhes das atividades desenvolvidas na 1ª parte da intervenção didático-pedagógica - análise vertical (2ºL). ....                 | 312 |
| Quadro 46. Detalhes das atividades desenvolvidas na intervenção didático-pedagógica - análise horizontal (SD2). ....                           | 319 |
| Quadro 47. Detalhes das atividades desenvolvidas na parte final da intervenção didático-pedagógica - análise vertical (2ºL). ....              | 335 |
| Quadro 48. Caracterização geral da versão reelaborada da UDM.....                                                                              | 351 |
| Quadro 49. Recorte das principais linhas de caracterização da SD0 do quadro do Apêndice G.....                                                 | 352 |
| Quadro 50. Principais linhas de comparação das versões da SD1 e dos objetivos específicos. ....                                                | 354 |
| Quadro 51. Objetivos geral e específicos da UDM reelaborada.....                                                                               | 357 |
| Quadro 52. Objetivos, conteúdos, forma de alcançá-los e avaliação.....                                                                         | 358 |
| Quadro 53. Processo cognitivo dos objetivos propostos pelo professor Hélio, segundo a taxonomia de Bloom revisada para a UDM reelaborada. .... | 359 |
| Quadro 54. Objetivos específicos e instrumentos de avaliação/materiais de aprendizagem correspondentes. ....                                   | 362 |
| Quadro 55. Análise da UDM inicial.....                                                                                                         | 367 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 1. Dados de pesquisa.....                                                                                                                               | 263 |
| Tabela 2. Resultados em termos qualitativos da avaliação da primeira versão da UDM do professor Hélio. ....                                                    | 281 |
| Tabela 3. Pontuação dos mapas conceituais da versão inicial da UDM e da versão da intervenção, por meio dos critérios sugeridos por Gowin e Novak (1995). .... | 286 |
| Tabela 4. Resultados em termos qualitativos da avaliação da versão reelaborada da UDM do professor Hélio. ....                                                 | 368 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANPED = Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação

BNCC = Base Nacional Comum Curricular

BNC-Formação Continuada = Base Nacional Comum para Formação Continuada de Professores da Educação Básica

CAPES = Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CAIC = *Concepciones de los Alumnos e Innovación Curricular*

CGDU = *El Curso General de Docencia Universitaria*

CTSA = Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

CM = Ciclo de Melhora

CIMA = Ciclo de Melhora em Aula

CNE = Conselho Nacional de Educação

DOU = Diário Oficial da União

ENDIPE = Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino

EFM = Ensino Fundamentado em Modelagem

ENPEC = Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

FIDOP = *Formación e Innovación Docente del Profesorado*

FOPIP = *Formación de Profesores para Investigar la Práctica.*

GPFP = Grupo de Pesquisa na Formação de Professores

GV/GO = Grupo de Verbalização/ Grupo de Observação

IDEB = Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

INEP = Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

IQ/CAr = Instituto de Química/ Campus de Araraquara

LDB = Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LP = Linha de Pesquisa

MEC = Ministério da Educação

MNPEF = Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Parfor = Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica

PCN = Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM = Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PIB = Produto Interno Bruto

PNE = Plano Nacional da Educação

ProEB = Programas de Mestrado Profissional para Qualificação de Professores da Rede Pública de Educação Básica

ProfÁgua = Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos

ProfiAP = Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede Nacional  
ProfArtes = Mestrado Profissional em Artes em Rede Nacional  
ProBio = Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional  
ProfCiamb = Mestrado Profissional em Ciências Ambientais em Rede Nacional  
ProEF = Mestrado Profissional em Educação Física em Rede Nacional  
ProfFilo = Mestrado Profissional em Filosofia em Rede Nacional  
Proletras = Mestrado Profissional em Letras em Rede Nacional  
ProfHistória = Mestrado Profissional em Ensino de História em Rede Nacional  
Proinfo = Programa Nacional de Tecnologia Educacional  
Profmat = Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional  
ProfQui = Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional  
ProfSaúde = Mestrado Profissional em Saúde da Família  
RIPEQ = Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química  
*Red CEE = Cualificación de Educadores en Ejercicio*  
*Red DHIE = Docentes que Hacen Investigación Educativa*  
*Red IRES =*  
*Red TEBES = Transformación de la Educación Básica desde la Escuela*  
*REFID = Red de Formación e Innovación Docente*  
SBQ = Sociedade Brasileira de Química  
SD = Sequência Didática  
SEDUC-SP = Secretaria da Educação do Estado de São Paulo  
SEE-MG = Secretaria de Educação de Minas Gerais  
TIC = Tecnologias da informação e Comunicação  
TOM = Teoria do Orbital Molecular  
UAB = Universidade Aberta do Brasil  
UD = Unidade Didática  
UDM = Unidade Didática Multiestratégica  
UFRJ = Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UFs = Unidade da Federação  
UFSCar = Universidade Federal de São Carlos  
UNESP = Universidade Estadual Paulista

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                                     |            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                             | <b>33</b>  |
| 1.1      | Diretrizes legais para o processo de formação continuada e alguns dados estatísticos sobre o tema .....                             | 33         |
| 1.2      | Uma breve discussão sobre os termos encontrados na literatura para se referir ao processo de formação continuada.....               | 42         |
| 1.3      | Concepções sobre o processo de formação continuada de professores .....                                                             | 45         |
| 1.4      | Programas nacionais de formação continuada .....                                                                                    | 55         |
| <b>2</b> | <b>APORTES TEÓRICOS.....</b>                                                                                                        | <b>61</b>  |
| 2.1      | O conhecimento profissional dos professores, hipótese de progressão e propostas de desenvolvimento .....                            | 61         |
| 2.1.1    | A Red IRES .....                                                                                                                    | 61         |
| 2.1.2    | Modelos didáticos de formação de professores .....                                                                                  | 64         |
| 2.1.3    | O conhecimento profissional dominante .....                                                                                         | 75         |
| 2.1.4    | O conhecimento profissional desejado .....                                                                                          | 79         |
| 2.1.5    | A organização do conhecimento profissional desejável .....                                                                          | 91         |
| 2.1.6    | A construção do conhecimento profissional desejável .....                                                                           | 99         |
| 2.1.7    | Propostas da Red IRES para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável ..                                              | 104        |
| 2.1.6.1  | O curso “ <i>Concepciones de los Alumnos e Innovación Curricular</i> ” .....                                                        | 105        |
| 2.1.6.2  | Os ciclos de melhora em aula .....                                                                                                  | 109        |
| 2.1.8    | Síntese geral sobre o conhecimento profissional desejado apresentado pela Red IRES ....                                             | 126        |
| 2.2      | O planejamento educacional e o processo formativo de implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica. ....                   | 130        |
| 2.2.1    | O planejamento de ensino do professor: histórico, características, componentes e condicionantes.....                                | 136        |
| 2.2.2    | O planejamento de ensino na perspectiva da Didática das Ciências .....                                                              | 149        |
| 2.2.3    | O modelo de planejamento de Unidades Didáticas Multiestratégicas.....                                                               | 155        |
| 2.2.4    | Desenvolvimento do conhecimento profissional desejável: aproximações e afastamentos entre as propostas da Red IRES e da RIPEQ ..... | 194        |
| <b>3</b> | <b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>                                                                                            | <b>199</b> |
| 3.1      | Justificativa, problema e questões de pesquisa .....                                                                                | 199        |
| 3.1.1    | Justificativa para a pesquisa e para a escolha do referencial teórico .....                                                         | 199        |
| 3.1.2    | Problema e Questões de pesquisa .....                                                                                               | 202        |
| 3.2      | Contexto de pesquisa .....                                                                                                          | 203        |
| 3.2.1    | Contexto Geral .....                                                                                                                | 203        |
| 3.2.2    | Contexto específico .....                                                                                                           | 204        |
| 3.3      | Natureza da pesquisa .....                                                                                                          | 205        |
| 3.3.1    | A escolha pela abordagem de pesquisa qualitativa.....                                                                               | 205        |
| 3.3.2    | O estudo de caso como desenho de pesquisa .....                                                                                     | 209        |
| 3.4      | Fontes de informação .....                                                                                                          | 212        |



|            |                                                                                                                          |            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.4.1      | Questionário de caracterização do colaborador da pesquisa .....                                                          | 213        |
| 3.4.2      | Observação das reuniões de orientação. ....                                                                              | 216        |
| 3.4.3      | Entrevista.....                                                                                                          | 221        |
| <b>3.5</b> | <b>Procedimento de análise dos dados .....</b>                                                                           | <b>228</b> |
| 3.5.1      | A análise de conteúdo.....                                                                                               | 228        |
| 3.5.2.     | Triangulação das informações .....                                                                                       | 233        |
| <b>3.6</b> | <b>Propostas elaborada para a análise dos dados coletados .....</b>                                                      | <b>234</b> |
| 3.6.1      | Instrumento para análise da UDM .....                                                                                    | 235        |
| 3.6.2      | Modelos científicos e o Ensino Fundamentado em Modelagem .....                                                           | 242        |
| 3.6.3      | Proposta de análise dos vídeos da intervenção didático-pedagógica. ....                                                  | 255        |
| <b>4</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO: .....</b>                                                                                     | <b>260</b> |
| 4.1        | Caracterização do colaborador da pesquisa.....                                                                           | 260        |
| 4.2        | Itinerário de apresentação da análise da implementação da UDM.....                                                       | 262        |
| 4.3        | Análise dos dados da pesquisa.....                                                                                       | 264        |
| 4.3.1      | Planejamento didático-pedagógico da UDM – 1ºbloco.....                                                                   | 264        |
| 4.3.1.1    | Análise da primeira versão da UDM. ....                                                                                  | 265        |
| 4.3.1.2    | Comparação entre a primeira versão da UDM e a versão da intervenção.....                                                 | 282        |
| 4.3.1.3    | Discussões desenvolvidas durante a reunião de orientação .....                                                           | 296        |
| 4.3.2      | Intervenção didático-pedagógica da UDM – 2ºbloco .....                                                                   | 308        |
| 4.3.2.1.   | Análise das filmagens das aulas de aplicação.....                                                                        | 308        |
| 4.3.3      | Replanejamento da UDM - 3ºbloco.....                                                                                     | 339        |
| 4.3.3.1    | Reflexão sobre os vários elementos do planejamento realizados pelo professor Hélio durante a reunião de orientação. .... | 339        |
| 4.3.3.2    | Análise da versão reelaborada da UDM .....                                                                               | 350        |
| 4.3.3.3    | Análise da entrevista desenvolvida depois da reelaboração da UDM.....                                                    | 370        |
| 4.3.4      | Triangulação das informações e inferências sobre o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável. ....          | 378        |
| <b>5</b>   | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                                        | <b>390</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                  | <b>395</b> |
|            | <b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DO COLABORADOR DA PESQUISA.....</b>                                        | <b>408</b> |
|            | <b>APÊNDICE B - PROTOCOLO DE OBSERVAÇÃO UTILIZADO NA PESQUISA..</b>                                                      | <b>409</b> |
|            | <b>APÊNDICE C - ROTEIRO PARA CONDUÇÃO DA ENTREVISTA.....</b>                                                             | <b>411</b> |
|            | <b>APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>                                                      | <b>415</b> |
|            | <b>APÊNDICE E - DOCUMENTO PADRÃO UTILIZADO PARA TRANSCRIÇÃO.....</b>                                                     | <b>416</b> |

|                                                                                                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>APÊNDICE F - COMPARAÇÃO ENTRE A PRIMEIRA VERSÃO DA UDM E A VERSÃO DA INTERVENÇÃO .....</b>    | <b>417</b> |
| <b>APÊNDICE G - COMPARAÇÃO ENTRE A VERSÃO DA INTERVENÇÃO DA UDM E A VERSÃO REELABORADA .....</b> | <b>422</b> |
| <b>ANEXO A - INSTRUMENTO PARA O PLANEJAMENTO BASEADO NO MODELO DA UDM .....</b>                  | <b>430</b> |
| <b>ANEXO B – PRIMEIRA VERSÃO DA UDM PLANEJADA PELO PROFESSOR HÉLLIO .....</b>                    | <b>437</b> |
| <b>ANEXO C – VERSÃO DA INTERVENÇÃO DA UDM PLANEJADA PELO PROFESSOR HÉLLIO.....</b>               | <b>467</b> |
| <b>ANEXO D – VERSÃO REELABORADA DA UDM DO PROFESSOR HÉLLIO .....</b>                             | <b>499</b> |
| <b>ANEXO E – MATERIAL DE APRENDIZAGEM.....</b>                                                   | <b>530</b> |

## MEMORIAL ACADÊMICO

A principal motivação para a escrita deste memorial acadêmico é apresentar um recorte da minha história que explica um pouco das minhas escolhas para chegar até um doutorado na área de Ensino de Química e meu desejo em continuar por aqui.

Sou licenciado em Química e mestre em Química Inorgânica pelo Instituto de Química de Araraquara -UNESP. Inicialmente, quando prestei vestibular, não tinha a Química como minha primeira opção de curso, talvez nem a segunda, nem a terceira... No entanto, meu perfil sempre foi muito voltado para área de exatas. Cursei toda a minha educação básica no sistema público de uma cidade pequena e a falta de professores para ministrarem aulas de exatas pode ser um dos motivos que tenha me afastado da Química, em um primeiro momento.

Para não alongar demais essa narrativa vou apenas dizer que o acaso me trouxe até o curso de licenciatura em Química. No primeiro ano de faculdade, a disciplina de Química Geral me deu a oportunidade de aprender toda a Química que faltou no ensino médio. Logo o curso de Química passou a ser minha primeira opção e, ainda no primeiro semestre do primeiro ano, comecei a fazer uma iniciação científica na Química Inorgânica.

Aqui vale uma pausa para explicar o motivo de uma iniciação científica tão precoce e a temática que acabei pesquisando durante sete anos da minha trajetória acadêmica, a espectroscopia. Nosso primeiro trabalho na disciplina de Química Geral era escolher uma reportagem qualquer, que tivesse relação com a Química, e apresentar para o resto da sala. E aqui o destino bateu na porta para dizer oi. Eu escolhi, totalmente ao acaso, um texto lindíssimo do professor Dr. Hermi Felinto de Britto sobre a identificação da originalidade de notas de euro utilizando compostos luminescentes.

Me lembro com muita clareza dessa apresentação, porque eu muito jovem e com uma certa timidez, me sentei encima da mesa para apresentar meu texto. Ao final da apresentação a professora me repreendeu pela ideia infame de sentar na mesa e me fez uma pergunta que me deixou paralisado: “Quem te contou que eu trabalho com luminescência?”. Eu não tinha ideia disso, mas como se pode imaginar, em poucos dias eu também trabalhava com luminescência.

E aí se foram cinco anos de curso acompanhados de iniciação científica. Apesar de ter sido sempre no mesmo grupo de pesquisa e com a mesma orientação,

trabalhei com diversas temas dentro da Química Inorgânica, como materiais luminescentes, matrizes inorgânicas para cintiladores de lantanídeos, protetor solar, compostos de coordenação para filmes tipo Langmuir-Blodgett e compostos inorgânicos para o tratamento do câncer. Eu gostava muito de todo esse conhecimento e no terceiro ano de faculdade eu fui agraciado com o prêmio de terceiro melhor trabalho da área de exatas do Congresso de Iniciação Científica da UNESP (CIC).

Eu sempre tive muitas dúvidas se um aluno como eu, vindo de escola pública sem uma base sólida de Química, conseguiria se dar bem no curso. Porém, um licenciando disputando com todos os cursos de exatas de todos os *campus* da UNESP, inclusive as engenharias, ser condecorado com o prêmio de terceiro melhor trabalho, me fez ganhar alguma confiança no que eu estava fazendo.

Confesso que minha imersão na Química Inorgânica me fez praticamente ignorar as disciplinas do núcleo pedagógico do curso, apenas de ter adorado minha experiência como monitor da disciplina de Química Geral no segundo ano da faculdade. Minha visão sobre a área de ensino mudou radicalmente no último ano na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química, ministrada pelo meu orientador nessa tese.

Até esse ponto da minha trajetória acadêmica tudo parecia caminhar bem, inclusive fui premiado na minha cerimônia de colação de grau com o prêmio Lavoisier, concedido pelo Conselho Regional de Química da IV região ao melhor aluno da turma de 2010 - 2014.

Porém, o ano de 2014 foi complicado. Os alunos e professores do Instituto de Química entraram em greve e todo o calendário acadêmico acabou sendo atrasado. O grande impacto disso para mim foi uma transição extremamente turbulenta para o mestrado.

Devido aos atrasos no calendário do semestre, as aulas terminariam muito próximas do exame de ingresso para a pós-graduação e, dessa forma, quem fosse prestar exame teria que fazer uma aposta, ou abandonar um pouco as disciplinas da graduação para se dedicar a preparação do processo seletivo ou continuar dando o cem por cento na graduação e correr o risco de o desempenho no exame não ser tão bom assim.

A escolha parece meio óbvia para alguém no meu perfil que teve a carreira acadêmica inteira ligada a área dura, sendo que o último semestre do curso é composto só de disciplinas do núcleo pedagógico. Mas, eu neguei o óbvio, porque não

conseguiria estar totalmente contente fazendo as disciplinas da graduação de qualquer jeito.

As consequências das minhas escolhas apareceram. Consegui a vaga no mestrado em Química, porém não me classifiquei entre os alunos que ganham as bolsas de pós-graduação cedidas pelo programa. Esse dinheiro era crucial para mim e não conseguiria cursar a pós-graduação sem bolsa.

A vontade de desistir da carreira acadêmica foi gigantesca. E, apesar de ter encontrado outras oportunidades, desistir de uma área que eu gostava muito e tinha uma bagagem de cinco anos de experiência, me pareceu loucura demais. Cursei seis meses de mestrado sem bolsa, na perspectiva de prestar a prova novamente no segundo semestre, apenas para concorrer a uma bolsa. Eu precisava muito de dinheiro para continuar e precisava com a mesma intensidade me testar de novo no processo seletivo, por uma concepção simplista de que uma prova nesses moldes representa o meu conhecimento de Química.

Enfim, um semestre sem bolsa, cursando disciplinas da pós-graduação que consomem muito tempo, escrevendo projeto de pesquisa, fazendo experimentos no laboratório e estudando para o processo seletivo novamente. Parece bem diferente dos meus planos de fazer intercâmbio no mestrado.

A prova do segundo semestre chegou e eu consegui a melhor nota do exame, passei em primeiro lugar. Isso me trouxe um ânimo novo, apesar de que todo o tempo que sacrifiquei para estudar para o exame de seleção ter me custado a possibilidade de tentar o sonhado intercâmbio.

Aquela primeira faísca relacionada a área de Ensino de Química, que apareceu no último ano de faculdade, me fez querer fazer estágio docência nessa área, curiosamente fiz na mesma disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química. Em paralelo a isso, participava de discussões de textos relacionados a educação do grupo do professor Dr. Amadeu Moura Bego.

Minha paixão pela área de Ensino aumentou muito nesse período e a perspectiva de aprender tanta coisa nova me fascinava. Acho que meu grande problema na graduação era ter um preconceito com a área, por falta de conhecimento.

Nesse meio tempo, como meu mestrado trabalhava com compostos relacionado ao tratamento do câncer, resolvi entender mais a fundo e ingressar em um curso da farmácia bioquímica no período noturno. O curso era sensacional e ao mesmo tempo agregava muito para a minha pesquisa.

Na transição do mestrado para o doutorado, meu trabalho na Química Inorgânica já não me fascinava mais, e isso é difícil de explicar. A área de Ensino de Química, no entanto, me parecia incrível. E aqui vem um ponto de decisão muito importante, o que fazer no doutorado?

Resolvi fazer doutorado em Ensino de Química e o professor Dr. Amadeu Moura Bego aceitou me orientar. Largar uma área na qual você tem sete anos de experiência e que até está cursando outra faculdade para se especializar mais, parece muito complicado. E aqui vem minha primeira epígrafe: *“Se, a princípio, a ideia não é absurda, então não há esperança para ela”* - Albert Einstein (1879 – 1955).

Larguei o curso de farmácia, porque nesse momento isso já não agregava mais a minha pesquisa. Além disso, agora eu tinha um desafio enorme, aprender do zero a pesquisar em uma área totalmente diferente, na qual tinha poucas referências com o trabalho que eu fazia antes. Acho que é fácil de imaginar como foi meu primeiro ano de doutorado. Em uma palavra, sufoco. Pelo menos dessa vez eu consegui a bolsa da pós-graduação de primeira.

E o destino voltou para fazer uma visita, fui fazer estágio docência na disciplina de Química Geral. Minha vontade de ser professor e de me apropriar mais da área de Ensino de Química aumentaram, porém sempre tem aquela grande preocupação de um professor inexperiente, será que eu estou indo bem?

Durante meus anos de doutorado tive a oportunidade de lecionar na disciplina de Laboratório de Química Geral nas Engenharias Química e de Bioprocessos e na disciplina de Laboratório de Ensino de Química Geral no curso de Licenciatura em Química. Aprendi muito nessas disciplinas, pois acompanhei docentes muito experientes que me possibilitaram desenvolver muito profissionalmente durante o processo.

Claro que as dúvidas em relação a qualidade das minhas aulas ainda pairam na minha cabeça. Hoje com o entendimento de formação continuada, que adquiri na construção dessa tese, interpreto esse sentimento como uma constante busca por alcançar patamares cada vez mais altos de desenvolvimento profissional, que são inerentes à carreira docente.

Mesmo reconhecendo todo o caminho longo que ainda tenho para percorrer em busca de melhorar minha atuação como professor, em novembro de 2018, no dia do meu aniversário, recebi uma mensagem de um aluno meu da graduação que me trouxe mais inspiração para continuar nesse caminho: *“Acho que nunca vi alguém com*

*tanta boa vontade e gente boa como você, cê fez muita diferença na minha graduação e vida, continua sendo assim e aproveita bem o seu aniversário*". Esse, talvez, seja o maior prêmio que um professor pode ganhar. E aqui aparece minha segunda epígrafe: *"Um professor afeta a eternidade. É impossível dizer até onde vai a sua influência"* - Henry Brooks Adams (1838 – 1918).

Minha passagem no doutorado permitiu desenvolver uma característica minha, que carrego desde minhas iniciações científicas, trabalhar em várias temáticas diferente dentro da mesma área. E aqui fica um novo agradecimento a meu orientador que me deu essa oportunidade e confiança.

Dentre as coisas que desenvolvi no meu doutorado, que me deram essa oportunidade, foi acompanhar as pesquisas de alunos que estavam desenvolvendo seus trabalhos de conclusão de curso ou de iniciação científica. Aproveitei essa passagem para trazer outro motor propulsor da minha formação como pós-graduando, dois trechos de agradecimento de duas alunas que tive a grande oportunidade de acompanhar o desenvolvimento de seus trabalhos.

"Nem todos agradecimentos seriam suficientes para o Ms. Vagner Antonio Morales, sem o qual este trabalho não teria acontecido. Foi mais de um ano de reuniões, conversas, versões de TCC, surtos, etc. Agradeço sinceramente pela sua paciência infinita e por todo o apoio o tempo inteiro, ele é o melhor coorientador que eu poderia ter".

"Ao doutorando Vagner Morales, por todo suporte, paciência, dedicação e pelas ótimas discussões, que foram fundamentais para mim ao longo dessa jornada".

E para fechar essa história, que já se estende demais, nos últimos dias do meu doutorado ainda tive uma fantástica surpresa. Fui agraciado com o prêmio destaque na área de exatas do Programa Institucional de Aperfeiçoamento e Apoio à Docência no Ensino Superior. O prêmio se deve às atividades didáticas desenvolvidas no curso de Licenciatura em Química, com a supervisão de meu orientador professor Dr. Amadeu Moura Bego, com quem gostaria de dividir esse prêmio. E esse é um ótimo motor propulso para um momento difícil de transição entre a pós-graduação e a vida real.

*Continua nos próximos episódios*

## **1 INTRODUÇÃO**

A introdução desta tese apresenta algumas importantes reflexões sobre a formação continuada de professores, segundo a literatura especializada. Foram discutidas as diretrizes legais que regem a formação continuada de professores no Brasil; os termos utilizados para se referir ao processo; as concepções de formação continuada apresentadas na literatura; e alguns programas nacionais de formação continuada, destinados a professores.

### **1.1 Diretrizes legais para o processo de formação continuada e alguns dados estatísticos sobre o tema**

Para iniciar as discussões sobre a formação continuada de professores apresenta-se as principais diretrizes legais que regem o processo. Em termos legais, o direito à formação continuada para professores, no Brasil, é garantido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (BRASIL, 1996), Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996. Segundo o art. 67, inciso II:

Art. 67. Os sistemas de ensino promoverão a valorização dos profissionais da educação, assegurando-lhes, inclusive nos termos dos estatutos e dos planos de carreira do magistério público:  
[...] II - Aperfeiçoamento profissional continuado, inclusive com licenciamento periódico remunerado para esse fim;

Além de aquiescer o direito ao aperfeiçoamento profissional ao professor, a LDB estabelece os órgãos responsáveis por oferecer tal formação continuada, no Art. 63, inciso II, a LDB estipula que:

Art. 63. Os institutos superiores de educação manterão:  
[...] III - programas de educação continuada para os profissionais de educação dos diversos níveis.

A referida lei, ainda, abre a possibilidade de o processo ser oferecido na modalidade a distância, como afirmado no art. 80, que estabelece que o “Poder Público incentivará o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino a distância, em todos os níveis e modalidades de ensino, e de educação continuada”. Ademais, o art. 87, inciso III, declara que cabe aos municípios, suplantados pela União e pelo Estado, “realizar programas de capacitação para todos os professores em exercício, utilizando também, para isto, os recursos da educação a distância”. Sendo



assim, em síntese, a LDB garante ao professor o direito à participação em cursos de formação continuada, com prerrogativas de afastamento remunerado do cargo, sendo estes desenvolvidos por instituições de ensino superior, com possibilidade de utilização de recursos da educação a distância.

Apesar de instituir o direito à formação continuada a todos os docentes em exercício, a LDB não detalha como a formação deve se desenvolver em termos de metas e estratégias. Essa regulamentação, mais recentemente, é outorgada pelo Plano Nacional de Educação (PNE), instituído em 25 de junho de 2014, em resposta ao art. 214 da Constituição Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), com vigência de 10 anos. Segundo o art. 214 da Constituição Federal, o PNE tem o objetivo de:

[...] articular o sistema nacional de educação em regime de colaboração e definir diretrizes, objetivos, metas e estratégias de implementação para assegurar a manutenção e desenvolvimento do ensino em seus diversos níveis, etapas e modalidades [...].

No PNE, a formação continuada é delineada com maior ênfase nas metas 15 e 16, apesar da sua importância ser salientada, ainda, nas metas 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10 e 13, que tratam respectivamente do ensino infantil; ensino fundamental; ensino médio; população com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação; alfabetização de crianças; educação básica, educação profissional e educação superior.

A meta 15 visa que, após 1 ano de vigência do plano, todos os professores e professoras da educação básica tenham licenciatura na área de formação em que atuam (BRASIL, 2014). Para isso, as estratégias preconizadas no PNE (BRASIL, 2014, p. 13) que efetivamente se referem à formação continuada, são:

[...] 15.4) consolidar e ampliar plataforma eletrônica para organizar a oferta e as matrículas em cursos de formação inicial e continuada de profissionais da educação, bem como para divulgar e atualizar seus currículos eletrônicos; 15.5) implementar programas específicos para formação de profissionais da educação para as escolas do campo e de comunidades indígenas e quilombolas e para a educação especial; [...] 15.9) implementar cursos e programas especiais para assegurar formação específica na educação superior, nas respectivas áreas de atuação, aos docentes com formação de nível médio na modalidade normal, não licenciados ou licenciados em área diversa da de atuação docente, em efetivo exercício; 15.10) fomentar a oferta de cursos técnicos de nível médio e tecnológicos de nível superior destinados à formação, nas respectivas áreas de atuação, dos(as) profissionais da educação de outros segmentos que não os do magistério; 15.11)

implantar, no prazo de 1 (um) ano de vigência desta Lei, política nacional de formação continuada para os (as) profissionais da educação de outros segmentos que não os do magistério, construída em regime de colaboração entre os entes federados; 15.12) instituir programa de concessão de bolsas de estudos para que os professores de idiomas das escolas públicas de educação básica realizem estudos de imersão e aperfeiçoamento nos países que tenham como idioma nativo as línguas que lecionam; 15.13) desenvolver modelos de formação docente para a educação profissional que valorizem a experiência prática, por meio da oferta, nas redes federal e estaduais de educação profissional, de cursos voltados à complementação e certificação didático-pedagógica de profissionais experientes.

Os objetivos dessa meta e as estratégias associadas, com exceção da 15.12, concebem à formação continuada a função de complementar a formação de professores, que não apresentam formação na sua área de atuação ou que não sejam licenciados. Já a meta 16 almeja que, até 2024, 50% do corpo docente da educação básica apresente pós-graduação e tenta garantir formação continuada específica na sua área de atuação a todos professores, considerando as especificidades de seus contextos de trabalho (BRASIL, 2014). Como estratégias para o cumprimento dessas metas, são sugeridos pelo PNE (BRASIL, 2014, p. 13):

16.1) realizar, em regime de colaboração, o planejamento estratégico para dimensionamento da demanda por formação continuada e fomentar a respectiva oferta por parte das instituições públicas de educação superior, de forma orgânica e articulada às políticas de formação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios; 16.2) consolidar política nacional de formação de professores e professoras da educação básica, definindo diretrizes nacionais, áreas prioritárias, instituições formadoras e processos de certificação das atividades formativas; 16.3) expandir programa de composição de acervo de obras didáticas, paradidáticas e de literatura e de dicionários, e programa específico de acesso a bens culturais, incluindo obras e materiais produzidos em Libras e em Braille, sem prejuízo de outros, a serem disponibilizados para os professores e as professoras da rede pública de educação básica, favorecendo a construção do conhecimento e a valorização da cultura da investigação; 16.4) ampliar e consolidar portal eletrônico para subsidiar a atuação dos professores e das professoras da educação básica, disponibilizando gratuitamente materiais didáticos e pedagógicos suplementares, inclusive aqueles com formato acessível; 16.5) ampliar a oferta de bolsas de estudo para pós-graduação dos professores e das professoras e demais profissionais da educação básica; 16.6) fortalecer a formação dos professores e das professoras das escolas públicas de educação básica, por meio da implementação das ações do Plano Nacional do Livro e Leitura e da instituição de programa nacional de disponibilização de recursos para acesso a bens culturais pelo magistério público.

Segundo o Art. 5º do PNE, inciso II, o cumprimento das metas será avaliado a cada 2 anos, com publicação aberta para toda sociedade brasileira, pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. Até o ano de 2021, o INEP publicou 3 relatórios de monitoramento:

I) Relatório do 1º ciclo de monitoramento das metas do PNE (biênio 2014 - 2016): como critérios para avaliar o estágio de desenvolvimento da meta 16, foi sugerido pelo INEP (BRASIL, 2016) e aprovado por colegiado de representantes do Ministério da Educação, Comissão de Educação da Câmara dos Deputados, a Comissão de Educação, Cultura e Esporte do Senado Federal, Conselho Nacional de Educação e do Fórum Nacional de Educação, os seguintes indicadores (BRASIL, 2016, p. 363):

Indicador 16A: percentual de professores da educação básica com pós-graduação *lato sensu* ou *stricto sensu*.

Indicador 16B: percentual de professores da educação básica que realizaram cursos de formação continuada.

Antes de discutir os resultados levantados pelo INEP é importante apresentar o conceito de professor utilizado pelo órgão para a realização do mapeamento. Segundo o INEP, o professor é (BRASIL, 2016, p. 363):

[...] considerado o indivíduo que, na data de referência da coleta de dados do Censo, atuava como regente de classe da educação básica nas diferentes etapas ou modalidades de ensino. No Censo da Educação Básica, um professor possui uma identidade única, a qual permite que ele possa ser identificado em todas as turmas, etapas e modalidades, dependências administrativas, municípios e Unidades da Federação (UFs) em que leciona.

Os indicadores 16A e 16B foram analisados no relatório para a série histórica de 2008 a 2015 (BRASIL, 2016). Em relação ao indicador 16A, o percentual de professores da educação básica com pós-graduação *lato sensu* ou *stricto sensu* saltou de 30,2% em 2013 (ano de referência por ser um ano antes da instituição do PNE) para 32,9% em 2015. Importante ressaltar que esse percentual já vinha aumentando antes mesmo do PNE, como mostra o gráfico da Figura 1 (BRASIL, 2016).

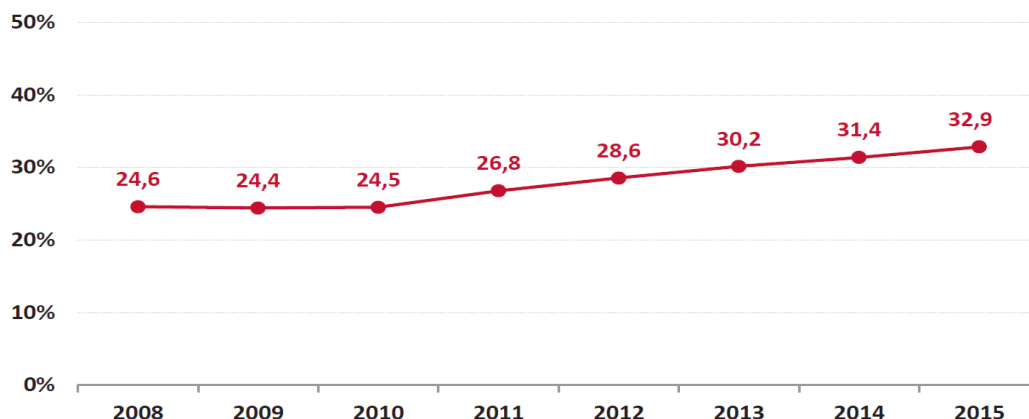


Figura 1. Percentual de professores da educação básica com pós-graduação *lato sensu* ou *stricto sensu* no Brasil.

Fonte: Brasil (2016, p. 365).

Dessa porcentagem de 32,9% de professores com pós-graduação, 31,4 % se referem à especialização, 1,3% ao mestrado e 0,1% são doutores. Em 2015, a rede pública contava com maior porcentagem de seu corpo docente com pós-graduação (70,9% da rede federal, 40,5% da rede estadual e 33,6% da rede municipal), quando comparada à rede privada de ensino, que apresenta 23,8% (BRASIL, 2016).

Antes de apresentar a meta 16B, é importante salientar qual o critério adotado para definir o que é um curso de formação continuada. Segundo o INEP (BRASIL, 2016, p. 374 - 375), cursos de formação continuada são:

[...] aqueles cuja carga horária mínima é de 80 horas (nos Censos a partir de 2012 – ou com carga horária mínima de 40 horas, para os Censos dos anos anteriores a 2012), relacionados especificamente às seguintes áreas: I) creche – 0 a 3 anos; II) pré-escola – 4 e 5 anos; III) anos iniciais do ensino fundamental; IV) anos finais do ensino fundamental; V) ensino médio; VI) educação de jovens e adultos (EJA); VII) educação especial; VIII) educação indígena; IX) educação do campo; X) educação ambiental; XI) educação em direitos humanos; XII) gênero e diversidade sexual; XIII) direitos da criança e do adolescente; XIV) educação para as relações étnico-raciais e história e cultura afro-brasileira e africana; XV) intercultural –outros; e XVI) outras áreas

O número de professores que realizaram cursos de formação continuada saltou de 30,6%, em 2013, para 31,4% em 2015. Dentre esses professores, os cursos mais frequentados estão voltados para as áreas relacionadas aos anos iniciais, 14,5%, e à pré-escola, 12,2%. (BRASIL, 2016).

Os resultados referentes à meta 15 não foram discutidos neste texto, uma vez que os indicadores estão apenas focados em analisar a porcentagem de professores

que apresentam adequação de formação em relação a sua área de atuação. Esses dados não apresentam indícios importantes para discussões referentes à formação continuada, que é o ponto fundamental desta pesquisa.

II) Relatório do 2º ciclo de monitoramento do PNE (biênio 2016 - 2018): nesse relatório, os indicadores 16A e 16B foram discutidos para as séries históricas de 2008 a 2017 e de 2012 a 2017, respectivamente. Em relação ao indicador 16A, a porcentagem de professores da educação básica que possui pós-graduação *lato sensu* ou *stricto sensu*, subiu de 24,6%, em 2008, para 36,2% (812.949 docentes de um total de 2.244.128), em 2017, sendo que 34,4% possuíam o nível de especialização; 2,4% mestrado; e 0,4% doutorado. Das modalidades apresentadas, a que mostrou maior crescimento no período considerado foi a especialização (BRASIL, 2018).

O relatório mostra ainda que, em 2017, a maioria dos professores com pós-graduação estava no ensino médio (43,7%). Os anos finais e iniciais do ensino fundamental contam, respectivamente, com 38,9% e 36,0% de seus professores com pós-graduação. Já na educação infantil, a porcentagem é de apenas 29,6% (BRASIL, 2018). A rede pública contava com maior porcentagem de seu corpo docente com pós-graduação (76,6% da rede federal, 43,1% da rede estadual e 38,8% da rede municipal) quando comparada à rede privada de ensino, que apresenta 24,3% (BRASIL, 2018).

Em relação ao indicador 16B, os dados mostram que a porcentagem de professores que passou por cursos de formação continuada aumentou de 29,4%, em 2012, para 35,1%, em 2017, que corresponde a 787.042 professores de um total de 2.244.128 (BRASIL, 2018). A quantidade de professores que realizaram formação continuada na escola pública (36,6%) foi maior que na rede particular (30,0%). Na rede pública, a municipal tem os melhores resultados (40,1%) em relação à rede estadual (32,3%) e federal (26,2%) (BRASIL, 2018).

III) Relatório do 3º ciclo de monitoramento do PNE (biênio 2018 - 2020): para esse relatório foram discutidos dados da série histórica de 2013 a 2019. Em relação ao indicador 16A, a porcentagem de professores da educação básica que possui pós-graduação *lato sensu* ou *stricto sensu* subiu de 36,2%, em 2017, para 41,3%, em 2019, sendo que 37,9% possuíam o nível de especialização; 2,8% mestrado; e 0,6% doutorado. Em relação ao indicador 16B, a porcentagem de professores da educação básica que realizaram cursos de formação continuada

aumentou de 35,1%, em 2017, para 38,3%, em 2019 (BRASIL, 2020). Até o fim da vigência do PNE ainda estão previstos mais relatórios de monitoramento a serem entregues em 2022 e 2024 (BRASIL, 2016).

Ainda no que diz respeito aos parâmetros legais associados à formação continuada de professores, pode-se destacar a Resolução nº 2, de 1 de julho de 2015<sup>1</sup>, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Essa norma jurídica regulatória impõe que a formação continuada consiste em uma atividade imprescindível para o profissional da educação e que necessariamente deve ter sua concepção intimamente articulada aos diferentes saberes da profissão docente e à realidade escolar. Ademais, é desejável que esteja atrelada ao projeto pedagógico da instituição onde o professor desenvolve suas funções (BRASIL, 2015).

De acordo com a resolução, pode-se destacar os principais ideais que a formação deve levar em conta: I) os sistemas e as redes de ensino, o projeto pedagógico das instituições de educação básica, bem como os problemas e os desafios da escola e do contexto em que ela está inserida; II) a necessidade de acompanhar a inovação e o desenvolvimento associados ao conhecimento, à ciência e à tecnologia; III) o respeito ao protagonismo do professor e a um espaço-tempo que lhe permita refletir criticamente e aperfeiçoar sua prática; IV) o diálogo e a parceria com atores e instituições competentes, capazes de contribuir para alavancar novos patamares de qualidade ao complexo trabalho de gestão da sala de aula e da instituição educativa.

Em 27 de outubro de 2020 foi publicado no Diário Oficial da União (DOU), por meio da resolução nº1 do Conselho Nacional de Educação (CNE), as novas diretrizes curriculares nacionais para a formação continuada de professores da educação básica. O documento institui, além disso, a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC - Formação continuada) (BRASIL, 2020).

A referida resolução (2020, p. 2) considera a formação continuada de professores como:

---

<sup>1</sup> Esta resolução foi detalhada no texto por estar em vigência durante a realização desta pesquisa.

componente essencial da sua profissionalização, na condição de agentes formativos de conhecimentos e culturas, bem como orientador de seus educandos nas trilhas da aprendizagem, para a constituição de competências, visando o complexo desempenho da sua prática social e da qualificação para o trabalho.

Como características são elencados o foco no conhecimento pedagógico do conteúdo, uso de metodologias ativas de aprendizagem, trabalho colaborativo entre pares, duração prolongada da formação e coerência sistêmica. São responsáveis por garantir formação com essas características os sistemas de ensino da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios (BRASIL, 2020).

Os cursos e programas de formação continuada de professores podem ser oferecidos de forma presencial, a distância, semipresenciais, de forma híbrida ou por outras estratégias não presenciais. Esses são classificados como:

- I - Cursos de Atualização, com carga horária mínima de 40 (quarenta) horas;
- II - Cursos e programas de Extensão, com carga horária variável, conforme respectivos projetos;
- III - Cursos de Aperfeiçoamento, com carga horária mínima de 180 (cento e oitenta) horas;
- IV - Cursos de pós-graduação *lato sensu* de especialização, com carga horária mínima de 360 (trezentas e sessenta) horas, de acordo com as normas do CNE;
- V - Cursos ou programas de Mestrado Acadêmico ou Profissional, e de Doutorado, respeitadas as normas do CNE, bem como da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (BRASIL, 2020, p. 5).

Por fim, no anexo I do documento é apresentada a BNC - Formação Continuada. As competências gerais docentes instituídas nesse anexo estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1. Competências gerais docentes.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Compreender e utilizar os conhecimentos historicamente construídos para poder ensinar a realidade com engajamento na aprendizagem do estudante e na sua própria aprendizagem, colaborando para a construção de uma sociedade livre, justa, democrática e inclusiva.                                                                                                                                  |
| 2. Pesquisar, investigar, refletir, realizar análise crítica, usar a criatividade e buscar soluções tecnológicas para selecionar, organizar e planejar práticas pedagógicas desafiadoras, coerentes e significativas.                                                                                                                                                                                   |
| 3. Valorizar e incentivar as diversas manifestações artísticas e culturais, tanto locais quanto mundiais, e a participação em práticas diversificadas da produção artístico-cultural para que o estudante possa ampliar seu repertório cultural.                                                                                                                                                        |
| 4. Utilizar diferentes linguagens - verbal, corporal, visual, sonora e digital - para se expressar e fazer com que o estudante amplie seu modelo de expressão ao partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos, produzindo sentidos que levem ao entendimento mútuo.                                                                                                |
| 5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas docentes, como recurso pedagógico e como ferramenta de formação, para comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e potencializar as aprendizagens.                                              |
| 6. Valorizar a formação permanente para o exercício profissional, buscar atualização na sua área e afins, apropriar-se de novos conhecimentos e experiências que lhe possibilitem aperfeiçoamento profissional e eficácia e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania, ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.                               |
| 7. Desenvolver argumentos com base em fatos, dados e informações científicas para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental, o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.                   |
| 8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana, reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com estas, desenvolver o autoconhecimento e o autocuidado nos estudantes.                                                                                                                              |
| 9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza, para promover ambiente colaborativo nos locais de aprendizagem. |
| 10. Agir e incentivar, pessoal e coletivamente, com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência, a abertura a diferentes opiniões e concepções pedagógicas, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários, para que o ambiente de aprendizagem possa refletir esses valores.                                                          |

Fonte: Brasil (2020, p. 6).

A BNC – Formação Continuada enumera, ainda, as competências específicas e habilidades da dimensão do conhecimento profissional, da prática profissional pedagógica, da prática profissional institucional e do engajamento profissional (BRASIL, 2020).

Apesar das leis que estipulam e regulamentam a formação continuada e os resultados expressivos apresentados por meio dos indicadores 16A e 16B, o processo



suscita algumas reflexões: quais têm sido as características dos cursos de formação continuada ofertados no Brasil? Esses cursos realmente têm potencialidade para provocar melhorias nos processos de ensino e aprendizagem? Esses cursos de formação continuada realmente estão articulados ao contexto escolar específico de cada profissional e aos seus problemas práticos-profissionais?

Com base nessas reflexões, a próxima seção explora as perspectivas, frequentemente, utilizadas para a formação continuada e quais os caminhos a se avançar em busca de um processo que realmente impacte nas relações de ensino e aprendizagem dentro da sala de aula.

## **1.2 Uma breve discussão sobre os termos encontrados na literatura para se referir ao processo de formação continuada**

Uma rápida leitura dos documentos oficiais permite identificar que os termos utilizados para se referir ao processo de formação de professores que já passaram pela formação inicial são muito variados, a se citar: na LDB (BRASIL, 1996) são utilizados os termos de aperfeiçoamento profissional e educação; no PNE (BRASIL, 2014) são utilizados os termos formação continuada, aperfeiçoamento e complementação. A BNC – Formação Continuada utiliza atualização, extensão e aperfeiçoamento. Ainda em relação a esses documentos, é importante destacar que esses termos parecem ser utilizados como sinônimos ou componentes da formação continuada.

Segundo Menezes (2003), pode-se encontrar uma enorme gama de termos para se referir a esse processo na literatura especializada, dentre eles os mais comuns são: reciclagem, treinamento, aperfeiçoamento, capacitação, educação continuada, educação permanente, formação continuada. Apesar da terminologia parecer uma discussão secundária, seu significado carrega uma concepção de fundo importante sobre o processo e, portanto, cabe uma discussão mais cuidadosa sobre o tema.

O termo reciclagem, por exemplo, remete à ideia de uma grande alteração que, por muitas vezes, se constitui em destruição para criação de nova função ou forma (MENEZES, 2003). Essa concepção levou a cursos esporádicos e rápidos, muitas vezes descontextualizados e que pouco estavam preocupados com os saberes de cada docente (MARIN, 1995).

O termo treinamento pode trazer uma ideia de automatismo ou repetição desvinculada de reflexão ou emoção, o que não condiz com a dinâmica singular de

sala de aula enfrentada pelo professor em seu trabalho docente. O termo aperfeiçoamento tem o significado de atingir a perfeição e seria um meio, sem falhas, para tornar perfeitos todos que dela participam.

O vocábulo capacitação pode ser encarado em perspectivas distintas. Por um lado, pode ser entendido como uma continuidade da formação docente ou uma forma de se aprimorar para sua atividade profissional. Por outro lado, a capacitação pode ser entendida como persuasão, o que pode trazer uma ideia de um processo de doutrinação acrítico, ou seja, uma inclusão de ideias, processos e atitudes como verdades absolutas (MENEZES, 2003). Menezes (2003, p. 316) argumenta que “os profissionais da educação não podem e não devem ser persuadidos ou convencidos de ideias; eles devem conhecê-las e analisá-las”.

No texto produzido por Menezes (2003, p. 316), os termos educação permanente, formação continuada e educação continuada são tratados separadamente, pois, segundo a autora:

[...] há muita similaridade entre eles, na medida em que se manifestam a partir de outro eixo para a educação ao longo da vida dos educadores, para a pesquisa em educação, e para os compromissos institucionais educacionais dos profissionais que atuam em todas essas áreas.

O termo educação permanente é muito antigo e remete a uma ideia de que qualquer tipo de estudo é interminável. Além disso, essa terminologia está ligada a uma concepção de que o conhecimento é um meio de unir, humanizar e libertar as pessoas (MENEZES, 2003). Em relação a isso, a autora salienta que a proposta por educação permanente ganhou força a partir dos anos de 1990, devido à:

[...] crise do desemprego, a demanda por novas qualificações e uso de tecnologias, a negociação social quanto à divisão do decrescente volume de trabalho remunerado, a recomposição de papéis ocupacionais, a ocupação qualitativa do tempo livre, o direito à participação e à cidadania dos idosos, bem como a redefinição de gênero no mundo do trabalho podem constituir-se fortes elementos para transformar a demanda da educação permanente numa perspectiva nova.

O termo educação continuada, para Menezes (2003, p. 318), carrega:

[...] uma visão mais completa desses processos no *locus* do próprio trabalho cotidiano, de maneira contínua, sem interrupções, uma verdadeira prática social de educação mobilizadora de todas as

possibilidades e saberes dos educadores. Essa perspectiva é cada vez mais aceita e valorizada, porque é a educação continuada que prepara adultos para que adquiram consciência crítica da sociedade em que atuam e possam transformá-la.

Menezes (2003) salienta que o termo formação continuada é muito utilizado entre autores brasileiros e estrangeiros, citando nomes de referência na área, como Nóvoa (1992) e Perrenoud (2000). A autora, no entanto, alerta para o cuidado que se deve ter para não se interpretar formação como “dar forma a alguém” de maneira superficial.

Na interpretação de Porto (2000, p. 13), no entanto, o termo formação está ligado a uma:

[...] ideia de inconclusão do homem; identifica-se a formação com percurso, processo, trajetória de vida pessoal e profissional, que implica opções, remete à necessidade de construção cada vez mais avançada de saber-ser, saber-fazer, fazendo-se. Portanto, torna-se possível, a partir dessa lógica, relacionar a formação de professores com o desenvolvimento pessoal-produzir a vida e com desenvolvimento profissional-produzir a profissão docente.

Para exemplificar essa ideia de que o termo utilizado para se referir ao processo está vinculado a uma concepção de fundo sobre a formação, apresenta-se o texto de Tricário (2001), no qual o autor propõe a categorização da formação continuada de professores em 4 tipos, sendo elas: I) aperfeiçoamento em serviço: comporta observações, cursos, seminários, processos de revisão da prática docente, entre outros; II) atualização: processos que visam a incorporação de inovações nos campos metodológico, didático e científico; III) reciclagem profissional: implica modificações no trabalho docente, desempenho de novas funções, inclusão de novas estruturas, entre outros; IV) formação continuada e permanente: pode ser considerado um processo de apropriação de novos conhecimentos, reflexão de problemas práticos da realidade escolar, reconhecimento das condicionantes do contexto real, apropriação das formas adequadas de avaliação, entre outros. Importante destacar que o autor utiliza o termo capacitação como um processo que ocorre durante a formação continuada e permanente.

Assim, tomando em consideração todas as discussões realizadas até este ponto, para esta pesquisa os termos reciclagem, treinamento, aperfeiçoamento e capacitação não representam uma concepção coerente com o processo que se almeja no âmbito da formação de professores.

Em relação aos termos educação permanente, formação continuada e educação continuada, concorda-se com Menezes na perspectiva que apresentam uma concepção mais ampla em relação ao processo. A escolha pela utilização do termo formação continuada se pauta na concepção apresentada por Porto (2000) sobre o termo e no fato desse verbete ser amplamente utilizado na área, inclusive por nomes de referência, como salienta Menezes (2003).

Tendo apresentado uma breve discussão sobre as concepções que os termos utilizados para se referir à formação continuada carregam, a próxima seção aborda como esse processo vem se desenvolvendo e como a concepção assumida nesta pesquisa para a formação continuada de professores.

### **1.3 Concepções sobre o processo de formação continuada de professores**

Para Menezes (2003), a formação continuada não está delimitada a uma perspectiva da educação formal ou profissional. Essa extensão da formação por toda a vida do indivíduo pode ocorrer em qualquer atividade capaz de promover o conhecimento de alguma forma. No entanto, Monteiro e Giovanni (2000) destacam que, devido à importância desse tipo de formação para o profissional e sua longevidade durante toda a carreira, é imprescindível ações educacionais voltadas para o processo de formação continuada.

Segundo Silva e Bastos (2002), 2 grandes prerrogativas são encontradas na literatura para sustentar o processo de formação continuada de professores no Brasil: I) a necessidade de preparar os professores para enfrentar as atuais exigências educacionais de uma sociedade que experimenta um desenvolvimento científico e tecnológico cada vez mais acelerado; II) complementação da formação inicial que, devido a características intrínsecas do próprio processo, não é capaz de preparar definitivamente o professor para o exercício da sua profissão com excelência.

Em relação à prerrogativa I), Silva e Cabral (2016, p. 29) argumentam que “[...] as políticas de formação continuada de professores devem ser analisadas e refletidas a partir de um contexto histórico, econômico e social, em que as mudanças do papel da Educação variam em função das tendências educacionais”. Essas políticas são função do Estado, porém a pressão para que elas aconteçam e para provocar o debate sobre a temática deve ocorrer por meio de organizações da sociedade civil (SILVA; CABRAL, 2016).

Na perspectiva *II*), Porto (2000) argumenta que o processo de formação está diretamente vinculado à experiência de vida, ou seja, formação e prática se configuram em momentos interdependentes e intercomunicantes. Nem mesmo a mais completa formação inicial seria capaz de preparar o profissional docente em sua plenitude de conhecimentos e disposições. Assim, a formação continuada se configura como um alelo da formação que faz uso da prática profissional para desenvolvimento da atividade docente.

Gil-Pérez (2001) ressalta que, para produzir um curso de formação inicial com todos os conteúdos necessários para garantir uma docência de qualidade, seria necessário um tempo muito grande de formação na academia. Ao tentar reduzir esse tempo, se corre o risco de tratar os assuntos de forma superficial. Porto (2000) argumenta, então, que a tendência é se produzir cursos de formação inicial, que são complementados por uma formação continuada e permanente do professor.

Ainda sobre a formação do professor, Porto (2000, p. 14) destaca que:

[...] o fazer, entendido como uma atividade alheia à experiência e ao conhecimento do professor, cede lugar ao saber-fazer reflexivo, entendido como autoformação, percurso que ocorre na indissociabilidade teórico/prática, condição fundante da construção de novos conhecimentos e de novas práticas-reflexivas, inovadoras, autônomas.

Nessa mesma linha de raciocínio, Amador e Nunes (2019) aprofundam as discussões e sugerem que o processo de formação continuada de professores deve ir além de suas funções historicamente atribuídas - de atualização profissional, suprir carências e deficiências de ordem teórico/metodológicas, aperfeiçoamento, mudança de função, projeção na carreira - e caminhar na direção de um desenvolvimento das atividades docentes, que se estabelecem durante toda a vida profissional, com o propósito de melhoria da prática pedagógica como consequência da melhoria na formação.

Nóvoa (1991) avança um pouco mais na concepção ao tirar a formação continuada da esfera individual de cada profissional e transformá-la em uma atividade, por excelência, coletiva. Para Nóvoa (1991, p. 28), o processo de formação continuada organizada:

[...] em torno dos professores individuais podem ser úteis para a aquisição de conhecimentos e de técnicas, mas favorecem o

isolamento e reforçam uma imagem dos professores como transmissores de um saber produzido no exterior da profissão. Práticas de formação que tomem como referência as dimensões coletivas contribuem para a emancipação profissional e para a consolidação de uma profissão que é autônoma na produção dos seus saberes e dos seus valores.

Essa concepção de coletividade tira o processo de cursos isolados em centros de formação e o traz para dentro da escola. Porém, dizer que a formação continuada deve se desenvolver dentro do ambiente escolar é muito mais do que definir um espaço onde o processo deve ocorrer. Essa premissa parte de uma concepção de que o processo de formação continuada é uma parte importante e indispensável do projeto educativo da escola. Nas palavras de Porto (2000, p. 16):

[...] formação continuada e prática pedagógica são atividades convergentes, intercomunicantes, integrando-se aquela ao cotidiano dos professores e das escolas, intervindo e sendo passível de intervenção, transformando e transformando-se, num processo permanente e renovador de autoformação.

Nas palavras de Imbernón (2010, p. 55), a formação continuada “[...] necessariamente requer dar a palavra aos protagonistas da ação, responsabilizá-los por sua própria formação e desenvolvimento dentro da instituição educacional na realização de projetos de mudança”. No entanto, Nem sempre o processo se desenvolve de forma coletiva dentro da escola. Um dos empecilhos é a sobrecarga de atividades a serem desenvolvidas em horários destinados à reflexão coletiva. Ademais, esse tipo de formação se torna ainda mais dificultada pela falta de reconhecimento dos próprios professores da necessidade de se constituir equipes de trabalho dentro do ambiente escolar (GIL-PÉREZ, 2001).

O que é oferecido aos professores, normalmente, em uma variada gama de modalidades, são: cursos pontuais (palestras, conferências, oficinas) ou de curta duração (10, 20, 30 horas); cursos longos, chamados de aperfeiçoamento ou especialização; projetos que reúnem vários profissionais de contextos educacionais, níveis e áreas de atuação diferentes; projetos contextualizados em uma mesma escola; ações de educação a distância (MONTEIRO; GIOVANNI, 2000).

Em relação a essas várias modalidades, Porto (2000, p. 13) agrupa em 2 correntes de formação de professores que partem de pressupostos filosóficos e epistemo-metodológicos diferentes. A 1ª, estruturante, concebe a formação como:

“[...] tradicional, comportamentalista, tecnicista, define previamente programas/procedimentos/recursos”. A 2ª, interativo-construtivista, parte de um pressuposto de formação “[...] dialética, reflexiva, crítica, investigativa, organiza-se a partir dos contextos educativos e das necessidades dos sujeitos a quem se destina”.

Para Gil-Pérez (2001), a 1ª perspectiva, apresentada no parágrafo anterior, acaba gerando uma separação entre conteúdos científicos e educativos, pois fundamenta cursos isolados que tratam de atualização de conteúdos científicos ou complementos de teorias educacionais. Esse tipo de formação, segundo o autor, vem se demonstrando falho para suprir as necessidades dos professores em exercício. Imbernón (2010) intitula esses cursos como “formação *standard*”, nos quais o processo é pensado para tratar problemas educacionais tidos como genéricos, uniformes e padronizados.

Nas palavras de Imbernón (2010, p. 54), a formação *standard* é baseada em um sistema de treinamento que tem como ponto basilar o argumento de que:

[...] existe uma série de comportamentos e técnicas que merecem ser reproduzidos pelos professores nas aulas, de forma que, para aprendê-los, são utilizadas modalidades como cursos, seminários dirigidos, oficinas com especialistas ou como se queira denominá-los. Neles a ideia que predomina é a de que os significados e as relações das práticas educacionais devem ser transmitidos verticalmente por um especialista que soluciona os problemas sofridos por outras pessoas: os professores. Historicamente, a base científica dessa forma de tratar a formação continuada de professores foi positivista, uma racionalidade técnica que buscava com afinco, nas pesquisas em educação, ações generalizadoras para levá-las aos diversos contextos educacionais.

Ademais, Gil-Pérez (2001) argumenta que a ineficácia desses cursos *ad hoc*, constituído em uma simples transmissão de conteúdo, se deve à dificuldade de se transpor concepções prévias docentes sobre o processo de ensino e aprendizagem. Essas concepções, de senso comum, se desenvolvem no ideário docente em uma espécie de “formação ambiental” que se vivencia durante a experiência como aluno. Por ser um tipo de conhecimento reforçado ao longo dos anos e adquirido de forma acrítica, para suplantá-los são necessárias estratégias formativa direcionadas para tais obstáculos, que seriam impossíveis de serem desenvolvidos em cursos isolados e curtos baseados em transmissão de novos conhecimentos (GIL-PÉREZ *et al.*, 1991; GIL-PÉREZ, 2001).

Ainda sobre a importância das concepções prévias para se planejar cursos de formação continuadas para professores, Gil-Pérez (2001, p. 75) argumenta que:

A existência, portanto, de concepções prévias dos docentes sugere que a formação do professor seja pensada como uma mudança didática, do mesmo modo que a aprendizagem dos estudantes é concebida como uma mudança conceitual, epistemológica e de atitudes. A formação do professor pode ser pensada, assim como a dos estudantes, como uma construção de conhecimentos a partir, necessariamente, dos conhecimentos prévios que possuem.

Assim, a formação requer um trabalho árduo de aprofundamento em que, nas palavras de Gil-Pérez (2001, p. 77), “[...] ideias assumidas como hipóteses são substituídas, algumas vezes, por outras hipóteses, tão pessoais como as primeiras”.

Para Tricárico (2001, p. 89 e 90):

Trata-se, então, de não centrar a tarefa na simples transmissão dos conteúdos disciplinares, mas de transladar o centro do processo de proposição de situações problemáticas às investigações que delas se desprendem, às possíveis soluções, às atividades a realizar, etc., o que permitirá o tratamento daqueles conteúdos, porém devidamente contextualizados.

Tricárico (2001) reforça a ideia de que cursos isolados que tratam de temáticas específicas não são efetivos ao argumentar que:

Os docentes trabalham constantemente com situações específicas nas quais dificilmente podem ser aplicadas “receitas”. Por isso, em qualquer instância de formação continuada será necessário facilitar a reconstrução dos problemas com autonomia de decisão, a partir dos saberes disponíveis nos distintos campos do conhecimento.

Para Imbernón (2010), a falta de efetividade de soluções planejadas para problemas genéricos está associada às especificidades dos contextos sociais e educacionais. Para o autor, está atrelado a essas especificidades a própria variação nas formas de pensar dos professores, a diversidade no desempenho e desenvolvimento profissional, as diferenças no clima enfrentado pelo professor em seu contexto de trabalho e a variação no local, que pode ser rural, semi-rural, urbano ou suburbano.

Dessa forma, uma mudança necessária para a formação continuada de professores é fundamentá-la em problemas práticos reais, que respondam às necessidades específicas de cada escola. Para isso, é fundamental basear o processo



em uma perspectiva de um professor mais ativo que participe de projetos ou pesquisa-ação (IMBERNÓN, 2010).

Imbernón (2010, p. 90 e 91) propõe um processo que envolva os vários agentes sociais, em uma dinâmica que reconheça a necessidade da participação da comunidade:

[...] trabalhar em conjunto com a comunidade consiste em uma proposta orientada para a construção de cenários educativos mais inovadores dentro da instituição escolar, mediante a participação de vários agentes sociais que integram a comunidade: alunos, escola, equipes de docentes, famílias, comunidade local. Cada um desses agentes acrescenta elementos valiosos para a educação, contribuindo para a melhoria de todos.

Para trabalhar melhor o conceito de formação que considera a comunidade, Imbernón (2010) diferencia 3 tipos de comunidade: *I*) comunidade de prática: constituída de um grupo de professores que se forma por meio da troca de experiências e reflexão coletiva sobre a prática. O intuito é a aprendizagem entre os docentes e troca de informações; *II*) comunidade formadora: difere da comunidade prática por privilegiar a construção de uma cultura própria de determinado grupo de professores, em detrimento à reprodução da cultura social e acadêmica dominante; *III*) comunidade de aprendizagem: envolve professores, famílias, associações de bairro, voluntários, instituições sociais, entre outros. Todos esses agentes têm a finalidade de transformar a escola em uma instância de transformação social.

Em seus estudos sobre as diferentes modalidades de formação continuada de professores, Monteiro e Giovanni (2000) identificaram uma série de características que podem servir de princípios norteadores para o processo: *I*) troca de saberes entre professores e pesquisadores: as intervenções devem considerar o saber dos professores, pois são eles que estão sistematicamente em contato diário com a realidade da sala de aula; *II*) atitudes diante do novo: as respostas dos professores quando entram em contato com o novo saber, que não dominam, apresentam algumas vertentes que vai desde a euforia e motivação para aprender, até o total bloqueio de aceitação do novo; *III*) a demora do processo: os resultados das diferentes intervenções de formação continuada dos professores não são imediatos, nem mesmo regulares, entre os diferentes participantes; *IV*) a heterogeneidade dos grupos: dentro de um mesmo processo de formação continuada, nem todos os participantes estão com a mesma motivação e engajamento, isso pode estar relacionado com o

estágio da carreira profissional de cada indivíduo, sua formação profissional ou sua trajetória de vida.

Em relação à característica II), atitude diante do novo, Hernández (1998) destaca algumas reações frequentes dos professores frente ao novo conhecimento apresentado pelos processos de formação continuada: I) refúgio no impossível: os professores refutam o novo conhecimento, sem nem mesmo ponderar adaptações, por considerá-lo inviável para a realidade da sala de aula. O que embasa esses discursos são prerrogativas de que o professor, no atual modelo de carreira, não dispõe de tempo para planejar e refletir sobre sua prática. Alguns argumentam ainda que algumas intervenções são impossíveis de se realizar com o número de alunos presentes na sala de aula ou com as circunstâncias do trabalho; II) desconforto de aprender: a constatação do professor de que não domina determinado assunto, causa bloqueio ao novo; III) a revisão da prática não resolve o problema: alguns profissionais argumentam que a reflexão e revisão da própria prática é uma perda de tempo; IV) aprender ameaça a identidade: os professores resistem a sair da posição de indivíduos que ensinam para indivíduos que aprendem por considerarem que intervenções no seu trabalho profissional se configuram em um desrespeito a sua experiência, seus esforços e seus conhecimentos; V) a separação entre a fundamentação e a prática: o professor entende seu trabalho como estritamente prático e considera que o desenvolvimento teórico da área é de responsabilidade restrita da academia.

Por fim, Imbernón (2010) destaca que uma nova perspectiva sobre a formação continuada deve tirar o professor da posição de objeto, para torná-los sujeitos da formação. Essa mudança de papel pode auxiliar o profissional a desenvolver sua identidade docente, reconhecendo as singularidades de suas características, valores, práticas sociais e educacionais. Nas palavras de Imbernón (2010, p. 81), o:

[...] futuro da formação continuada, passa pela atitude dos professores de assumirem a condição de serem sujeitos da formação, inter-sujeitos com seus colegas, em razão de aceitarem uma identidade pessoal e profissional e não serem um mero instrumento nas mãos de outros. A formação deve levar em conta essa identidade individual e coletiva, para ajudar o desenvolvimento pessoal e profissional dos professores no âmbito laboral e de melhoria das aprendizagens profissionais e para a ajudar a analisar os sentimentos e as representações pelos quais os sujeitos se singularizam.

Tendo se apresentado as premissas fundamentais e gerais da formação continuada de professores na perspectiva de vários pesquisadores, pode-se fazer, então, um recorte específico para o Ensino de Ciências. Gil-Pérez (2001, p. 77) defende a necessidade de uma autoformação coletiva na formação continuada de professores, afirmando que “[...] quando se facilita um trabalho coletivo com certa profundidade, os professores e os estudantes são capazes de questionar as concepções assumidas de maneira acrítica e construir conhecimentos coerentes com os aceitos pela comunidade científica”. O autor (2001, p. 77) ressalta ainda que:

[...] a estratégia de formação continuada potencialmente mais produtiva consiste em inserir os professores na pesquisa dos problemas de ensino-aprendizagem de Ciências em que se baseia sua atividade docente. Uma investigação inicialmente dirigida – como a que se propõe hoje, a partir de pressupostos construtivistas, para os estudantes – mas voltada à formação de equipes autônomas de trabalho, vinculadas à comunidade de pesquisadores e inovadores na Didática das Ciências.

Para cumprir essas formação autônoma e focada em problemas de ensino-aprendizagem de Ciências, Gil-Pérez (2001) estabelece 3 grandes princípios basilares: I) ser conduzida em uma relação indissociável com problemas de ensino e aprendizagem da própria prática docente; II) deve favorecer o desenvolvimento de propostas inovadoras e reflexão didática explícita; III) favorecer a aproximação do professor com os conhecimentos específicos da Didática das Ciências e da comunidade científica, por meio de sua atuação como pesquisador.

O autor argumenta, ainda, que a formação profissional deve ocorrer por meio do tratamento de problemas específicos do processo de ensino e aprendizagem das Ciências. Dessa forma, deve-se investir em 2 pontos principais: I) o estabelecimento de uma estrutura sólida de formação continuada; II) utilização de estratégias formativas que possibilitem ao professor apropriar-se dos conhecimentos atuais da Didática das Ciências (GIL-PÉREZ, 2001).

Para Tricárico (2001), são aspectos importantes para a formação continuada de professores de Ciências: a atualização científica e didática. Em relação especificamente à atualização científica para professores de Química, o autor aponta pontos centrais a serem tratados, sendo eles: I) aquisição de conceitos centrais da Química que servem de base para trabalhar problemas integrados, dos quais a Química tem papel fundamental; II) adquirir uma compreensão sobre a natureza dos

materiais (naturais e sintéticos) e as suas transformações; *III*) entender a atividade científica, compreendendo as características próprias de desenvolvimento do conhecimento científico e o processo de avaliação de riscos e benefícios desse conhecimento para a humanidade.

Tricárico (2001) aponta que é muito importante que a atualização didática seja trabalhada de forma integrada com os conteúdos científicos. Destaca-se como pontos centrais dessa atualização: *I*) discussão sobre as diferentes concepções da natureza do trabalho dos cientistas e a forma como esse conhecimento se desenvolve e evolui; *II*) tratar sobre as inter-relações entre ciência, tecnologia, sociedade e educação; *III*) abordar as perspectivas psicológicas e histórico-epistemológicas que caracterizam o Ensino de Ciências; *IV*) análise das diferentes estratégias didáticas disponíveis para o Ensino de Ciências; *V*) discussões sobre a transposição didática e sobre a seleção e organização do conteúdo; *VI*) introdução às premissas das pesquisas em Educação em Ciências; *VII*) reflexão sobre a avaliação educacional (TRICÁRICO, 2001).

Assim, a concepção que se defende nesta pesquisa (Figura 2) é a de que a formação continuada é um processo que, apesar de apresentar componentes que podem ser desenvolvidos na própria vida em comunidade do indivíduo, tem seu espaço principal de construção dentro da escola, como parte integrante de seu projeto educativo, em um movimento reflexivo explícito. Ao se inserir dentro do ambiente escolar, é desejável que esse processo esteja alinhado com as características singulares de cada instituição e seu contexto específico. Entende-se, inclusive, que esse processo deve se estender por toda a vida profissional do professor, em uma interação indissociável entre teoria e prática, com o propósito de gerar patamares cada vez mais sofisticados de conhecimentos profissionais e atuação pedagógica.



Figura 2. Principais aspectos a serem considerados no delineamento da formação continuada de professores, segundo a literatura especializada.

Fonte: elaboração própria.

Por fim, defende-se que essa formação seja, por excelência, coletiva e que integre profissionais oriundos do contexto específico da escola e da academia. Deve-se configurar em um processo de desenvolvimento e compartilhamento de saberes que visem superar a dicotomia entre teoria e prática, favorecendo o desenvolvimento de uma profissão autônoma em seus saberes profissionais e que vise o desenvolvimento de uma identidade docente. Salienta-se que é desejável se desenvolver a formação em processo que envolva as comunidades de prática, formadora e/ou de aprendizagem.

Pesando especificamente para área de Ensino de Ciências (Figura 3), é muito importante que se invista em uma formação voltada para trabalhar problemas práticos reais do processo de ensino e aprendizagem das Ciências, sendo o professor concebido como um pesquisador de sua própria prática e que articule conhecimentos da Didática das Ciências com o conteúdo científico. Essa proposta de formação continuada pode favorecer, ainda, o desenvolvimento de propostas inovadoras, a

aquisição de conteúdos centrais da Ciência e da atividade científica e uma reflexão didática explícita.

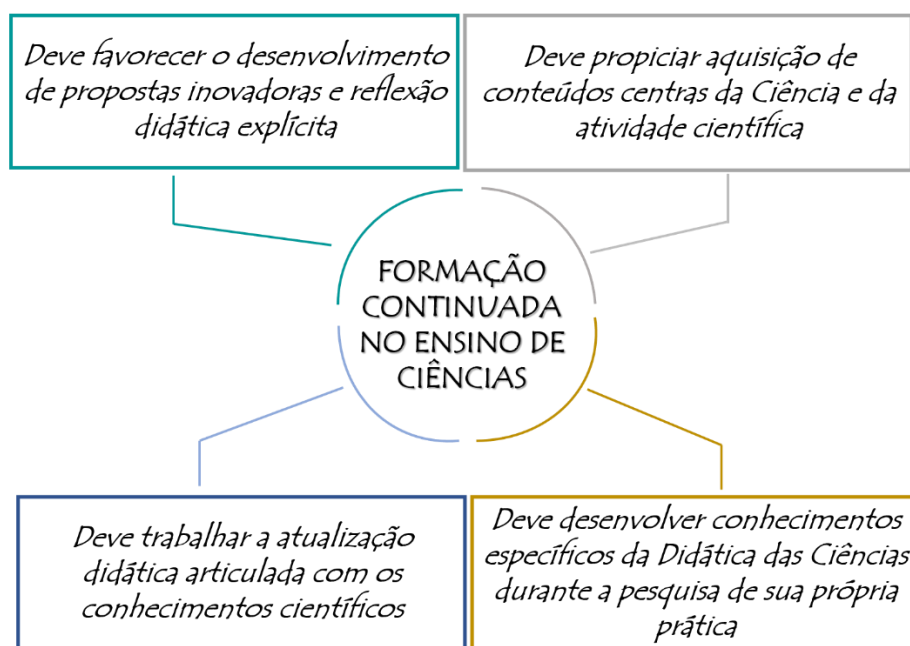


Figura 3. Principais aspectos a serem considerados no delineamento da formação continuada de professores de Ciências, segundo a literatura especializada.

Fonte: elaboração própria.

Nas seções anteriores, apresentou-se os documentos oficiais que instituem ao professor o direito à formação continuada, as principais metas nacionais para o desenvolvimento dessa formação, as concepções sobre a formação continuada frequentes na literatura e, por fim, qual a concepção de formação continuada que este trabalho assume. Na próxima seção, são discutidos os programas apresentados pelo Ministério da Educação (MEC) para a formação continuada de professores, em especial, se discute o Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, e o interesse desta pesquisa pelo processo formativo desenvolvido.

#### 1.4 Programas nacionais de formação continuada

Na plataforma do MEC são instituídas 8 categorias de formação continuada para professores da rede básica, sendo elas: *I)* Formação no Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa: destinado para professores alfabetizadores, na modalidade presencial, com duração de 2 anos; *II)* ProInfantil: foi concebido para professores que não possuem magistério e trabalham na educação infantil em creches e pré-escolas. É oferecido na modalidade a distância; *III)* Plano Nacional de

Professores da Educação Básica (Parfor): fomenta a oferta, para professores em exercício que não apresentam licenciatura na sua área de atuação, cursos de ensino superior gratuitos; IV) Proinfo Integrado: tem a função de formar o professor para trabalhar com tecnologias da informação e comunicação (TIC); V) e-Proinfo: é uma plataforma virtual colaborativa que permite diversas atividades como cursos à distância, complemento a cursos presenciais, projetos de pesquisa, entre outros; VI) Pró-letramento: voltado para professores das séries iniciais do ensino fundamental, com foco na melhoria do processo de ensino e aprendizagem de leitura/escrita e matemática; VII) Gestão II: voltado para professores em exercício, de língua portuguesa e matemática, dos anos finais do ensino fundamental. Apresenta carga horária de 300 horas (120 horas presenciais e 180 horas a distância); VIII) Rede Nacional de Formação Continuada de Professores: está direcionado a oferecer formação continuada a para professores da rede pública da educação básica (BRASIL, 2008).

No portal da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) encontram-se, ainda, os Programas de Mestrado Profissional para Qualificação de Professores da Rede Pública de Educação Básica (ProEB). Esses programas têm como foco prover formação continuada *stricto sensu* para professores em exercício na rede pública de educação básica (BRASIL, 2018).

Esses mestrados são desenvolvidos no Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB), nas modalidades presencial e a distância. Segundo o portal da CAPES, a principal missão do ProEB é a:

[...] melhoria da qualidade do ensino nas escolas da Educação Básica Pública Brasileira, à medida que:

- Promove a formação continuada de professores das redes públicas de educação, no nível de pós-graduação *stricto sensu*, nas áreas da Educação Básica Brasileira;
- Institui uma rede nacional para oferta de programas de mestrados profissionais promovidos por instituições de ensino superior públicas brasileiras de notória tradição na área de formação de professores e que sejam partícipes do Sistema Universidade Aberta do Brasil
- Valoriza as experiências advindas da prática do professor ao mesmo tempo que colabora, através dos trabalhos realizados, para o desenvolvimento de materiais e estratégias didáticas que ensejam a melhoria do desempenho de aprendizagem dos alunos;
- Cria uma rede de reflexão sobre a realidade do Ensino Básico Público Brasileiro apontando perspectivas de mudanças e respostas aos problemas do cotidiano da escola e da sociedade.

O ProEB conta com os programas nas áreas de: Matemática (Profmat); Letras (Profletras); Ensino de Física (MNPEF); Artes (ProfArtes); História (ProfHistória); Educação Física (ProEF); Química (ProfQui); Filosofia (ProfFilo); e Biologia (ProfBio). São ofertados neste mesmo formato os cursos em Administração Pública (ProfiAP); em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua); Mestrado Profissional em Saúde da Família (ProfSaúde); e em Ensino de Ciências Ambientais (ProfCiamb) (BRASIL, 2018).

Em especial, o programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (ProfQui) se estruturou como um curso *stricto sensu* que se apresenta na modalidade semipresencial. Esse curso de pós-graduação tem a coordenação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a cogestão da Sociedade Brasileira Química (SBQ). Ainda fazem parte do projeto algumas instituições denominadas como associadas, que juntas formam uma rede de instituições de ensino superior nacional (BRASIL, 2018). Segundo o Artigo 2º de seu regimento, o ProfQui tem a função de: “proporcionar ao professor de Química do Ensino Básico formação Química aprofundada e relevante ao exercício da docência” (BRASIL, 2018).

As atividades do ProfQui iniciaram-se em agosto de 2017, com 196 vagas abertas em 16 polos regionais diferentes. Até janeiro de 2021 foram defendidas 190 dissertações no programa (SILVA *et al.*, 2021)

O ProfQui é um programa reconhecido pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e recomendado pela CAPES. Na avaliação Quadrienal 2017 da CAPES em colaboração com o MEC, o ProfQui foi avaliado com nota 4,0 que significa um desempenho entre bom e muito bom. Importante ressaltar que a nota 5,0 é a máxima para programas que apresentam apenas mestrado (MEC, 2017).

Ações envolvidas na implementação do ProfQui estão fundamentadas dentro das propostas PNE que estipula formar 50% dos professores da educação básica em nível de pós-graduação, meta 16 (apresentada na subseção 1.1). É desenvolvido em 11 estados brasileiros em 18 polos regionais, com 245 vagas abertas em 2020 (Figura 4) GONZAGA; PAIVA; EICHLER, 2020; BRASIL, 2014; SILVA *et al.*, 2021).



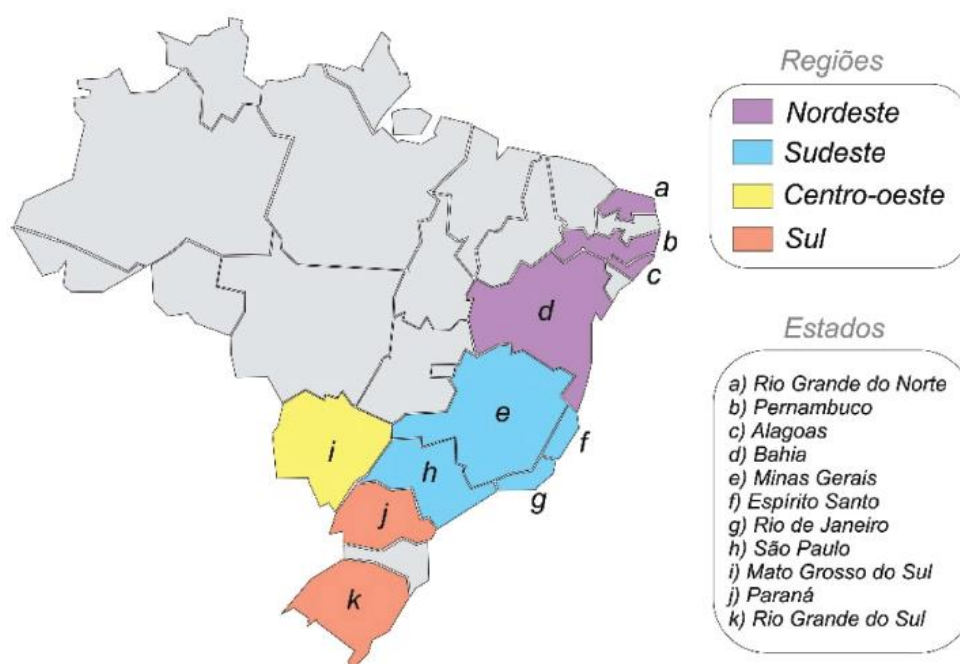


Figura 4. Estados brasileiros com cobertura do ProfQui.

Fonte: Gonzaga, Paiva e Eichler (2020, p. 96).

O mestrado tem duração de 24 meses com bolsa CAPES ou 36 meses como prazo regulamentar máximo. Durante esse período os alunos devem produzir uma dissertação em uma linha de pesquisa do programa e um produto educacional, concluir 24 créditos em disciplinas e 24 em atividades complementares. As atividades complementares incluem a produção da dissertação, um produto educacional e atuação profissional.

As disciplinas obrigatórias do ProfQui são padronizadas para todos os polos. No Quadro 2 é apresentado um resumo dessas disciplinas, carga horária e objetivos.

Quadro 2. Matriz curricular das disciplinas do ProfQui.

| Caráter                | Atividade / Disciplina                                                    | Objetivo                                                                                                                                                                                               | Créditos / C.H. Total |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Disciplina Obrigatória | Químicas 1, 2 e 3 (180 horas)                                             | Atualização quanto ao conteúdo específico de Química                                                                                                                                                   | 24 / 360 horas        |
|                        | Abordagens Tecnológicas Atualizadas no Ensino (60 horas)                  | Relacionada ao desenvolvimento dos fundamentos teóricos e metodológicos no uso de tecnologias [ferramentas] computacionais e de comunicação, e desenvolvimento de <i>kits</i> para uso em sala de aula |                       |
|                        | Fundamentos Metodológicos para a Pesquisa em Ensino de Química (60 horas) | Visando os Fundamentos Metodológicos para a Pesquisa em Ensino de Química                                                                                                                              |                       |
|                        | Seminários Web 1, 2, 3 e 4 (60 horas)                                     | Visa discutir aspectos didático-pedagógicos, destacando visões contemporâneas de ensino, aprendizagem e avaliação com foco no Ensino da Química                                                        |                       |
| Atividades             | Pesquisa de Dissertação de Mestrado                                       | Estimular o desenvolvimento da pesquisa e da escrita da dissertação                                                                                                                                    | 24 / 360 horas        |
|                        | Equivalência hora/aula                                                    | Correspondem a atuação deste discente/ docente em sua unidade escolar e visa estimular a pesquisa através                                                                                              | 15 / não informado    |

Fonte: Gonzaga, Paiva e Eichler (2020, p. 496).

As linhas de pesquisas do ProfQui são: I) novas tecnologias e comunicação (LP1); II) química ambiental e energia (LP2); III) química da vida (LP3); novos materiais (LP4) (BRASIL, 2018). As linhas são relacionadas a conhecimentos específicos de Química ou desenvolvimento didático-pedagógico docente (GONZAGA; PAIVA; EICHLER, 2020).

Segundo Silva e colaboradores (2021, p. 594), os produtos educacionais entregues pelos mestrados do ProfQui incluem: “sequências didáticas; e-books/livros/fascículos; sites/blogs/AVAs; manuais; guias/ unidades didáticas; animações/filmes/vídeos; aplicativos/ *softwares*; cartilhas; jogos didáticos; roteiros/planos/manuais de aulas experimentais; *kits*/dispositivos; oficinas; peças teatrais; portfólios, audiolivros e artigos”.

Durante todo o processo, o professor é acompanhado por um orientador da universidade e desenvolve produtos e materiais didáticos relevantes para o exercício

de sua docência, no contexto particular de trabalho. Podem prestar o exame de acesso ao mestrado profissional, professores do Ensino Médio com formação em Química ou áreas correlatas (BRASIL, 2018).

Nessa perspectiva, a formação continuada no ProfQui é realizada por um longo período em articulação com um orientador da universidade e o professor da educação básica desenvolve seus estudos diretamente ligados às características singulares do seu contexto de trabalho. O processo se desenvolve tendo a escola como espaço principal e é focado em problemas práticos reais do professor. O programa impõe ainda que o professor desenvolva um produto educacional inovador.

Ademais, a proposta que foi analisada, trabalhou com conteúdo específico da Didática das Ciências, em um processo formativo autônomo, crítico e reflexivo. A proposta de se desenvolver um planejamento autoral e embasado na teoria e na prática contextual, guarda compromisso com o desenvolvimento da identidade docente.

Assim, entende-se que esse processo pode se constituir em um espaço profícuo para uma formação continuada na perspectiva defendida nesta pesquisa. Nesse contexto, essa pesquisa investigou em que aspectos um processo de formação continuada com tais características pode contribuir para que o professor avance em direção ao que Porlán e Rivero (1998) chamam de conhecimento profissional desejável. Desse modo, o próximo capítulo apresenta como referencial teórico desta pesquisa as ideias centrais dos autores espanhóis.

## 2 Aportes teóricos

### 2.1 O conhecimento profissional dos professores, hipótese de progressão e propostas de desenvolvimento

Esta seção apresenta uma síntese, por meio de uma revisão narrativa, sobre os princípios teórico-metodológicos relacionados à formação e ao conhecimento profissional do professor desenvolvidos pela *Red IRES (Investigación y Renovación Escolar)*. Para iniciar essa discussão, optou-se por realizar uma breve apresentação da *Red IRES*.

#### 2.1.1 A Red IRES

A *Red IRES* é um desdobramento do *Proyecto IRES* que, segundo García-Pérez (2006, p. 266, tradução livre<sup>2</sup>), pode ser definido como:

[...] um amplo programa de investigação e ação educativa, cujo espaço vem desenvolvendo, desde 1991, diversas experiências de inovação e distintas linhas de pesquisa, servindo como um marco para o desenvolvimento de propostas de formação de professores.

O autor ressalta, ainda, que a premissa fundamental do *Proyecto IRES* é que a formação de professores deve ser centrada em problemas prático-profissionais (GARCÍA-PÉREZ, 2006). A proposta é integrar teorias educacionais e a prática curricular/profissional de equipes de profissionais de diferentes níveis de ensino e áreas do conhecimento (GARCÍA-PÉREZ; PORLÁN, 2000). Fazem parte dessa rede professores espanhóis dos níveis infantil, primário, secundário, universitário, educação de adultos e educação especial (IRES, 2021).

---

<sup>2</sup> [...] un amplio programa de investigación y acción educativa, en cuyo espacio se vienen desarrollando desde 1991 diversas experiencias de innovación y distintas líneas de investigación, sirviendo, además de marco para el desarrollo de propuestas de formación del profesorado.

Nas palavras de García-Pérez e Porlán (2000, p. 3, tradução livre<sup>3</sup>):

[...] o *Proyecto IRES* visa fortalecer uma visão complexa de mudança educacional, articulando a pesquisa de equipes profissionais críticas para gerar e consolidar uma escola alternativa e uma cultura profissional. Essas equipes integram profissionais de diferentes áreas disciplinares e de diferentes níveis de ensino, favorecendo uma prática profissional que segue o modelo do professor-pesquisador [...].

Além de trabalhar na perspectiva dos problemas prático-profissionais, é desejável que todos os participantes da *Red IRES* fundamentem sua prática no modelo didático educacional intitulado de *Modelo Didáctico de Investigación en la Escuela*<sup>4</sup> (IRES, 2021).

O *Proyecto IRES* foi criado na década de 1980 e se desenvolveu em um grupo de pesquisa da Escola de Magistério da Universidade de Sevilla, intitulado de *Investigación en la Escuela*. Seus idealizadores são os professores Rafael Porlán, Pedro Cañal e J. Eduardo García (GARCÍA-PÉREZ; PORLÁN, 2000).

Em 1983, o grupo *Investigación en la Escuela* passa a organizar, na Universidade de Sevilla, conferências chamadas de *Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*, que se constituem em eventos de debates sobre a educação, que une grupos de pesquisa da Espanha e da América Latina. A partir de 1991 as conferências passaram a ser centradas em discussões sobre o desenvolvimento do *Proyecto IRES* (IRES, 2021; GARCÍA-PÉREZ *et al.*, 2001). Em 1987, esse grupo de pesquisadores passou a publicar um periódico trimestral pensado para discutir trabalhos desenvolvidos no *Proyecto IRES*, intitulado de *Investigación en la Escuela* (IRES, 2021; GARCÍA-PÉREZ *et al.*, 2001).

Segundo García-Pérez (2006), os trabalhos desenvolvidos pelo *Proyecto IRES* podem ser agrupados em 3 grandes temáticas: I) programas estruturados em torno de problemas prático-profissionais; II) programas de formação permanente centrados na experimentação curricular com professores de diferentes níveis; III)

---

<sup>3</sup> El Proyecto IRES pretende fortalecer una visión compleja del cambio educativo, articulando la investigación de equipos de profesionales críticos para generar y consolidar una cultura escolar y profesional alternativa. Estos equipos integran a profesionales de distintos campos disciplinares y de distintos niveles educativos, favoreciendo una práctica profesional que sigue el modelo del profesor-investigador [...]

<sup>4</sup> O Modelo Didáctico de Investigación en la Escuela é apresentado com maiores detalhes nas próximas seções.

trabalho com redes de professores como mecanismos de desenvolvimento profissional.

Todas as temáticas de pesquisa do *Proyecto IRES* têm como concepção de fundo que a melhoria da formação de professores está apoiada em um tripé que vincula inovação curricular, investigação educativa e desenvolvimento profissional (Figura 5).

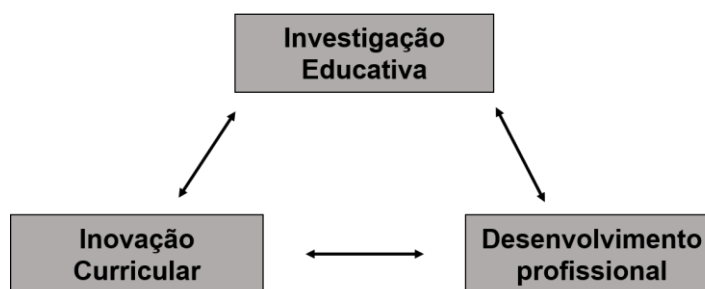


Figura 5. Elementos básicos na melhoria da educação segundo o *Proyecto IRES*.

Fonte: traduzido de García-Pérez (2006, p. 299).

Importante salientar novamente que, na perspectiva do *IRES*, esse tripé de elementos deve ser analisado e desenvolvido sob a ótica do modelo didático de referência intitulado de *Modelo Didáctico de Investigación en la Escuela* (GARCÍA-PÉREZ; PORLÁN, 2000).

O interesse gerado pelas pesquisas apresentadas nas primeiras *Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela* e os primeiros volumes da revista *Investigación en la Escuela* fomentaram as colaborações entre o grupo de pesquisa *Investigación en la Escuela* e pesquisadores da América Latina, para execução de pesquisas assentadas nas premissas do *Proyecto IRES*. A cooperação deu origem, a partir de 1992, a seminários Ibero-Americanos para discutir o desenvolvimento curricular no âmbito do *Proyecto IRES* (IRES, 2021; GARCÍA-PÉREZ et al., 2001).

Em 1999, o colegiado de pesquisadores decidiu encerrar os seminários de discussão sobre o *Proyecto IRES* e criou-se a *Red IRES*. A rede agrupa uma série de pesquisadores de diferentes níveis de ensino na Espanha trabalhando em torno dos ideais do *Proyecto IRES*. Os encontros Ibero-americanos passaram, então, a reunir redes de pesquisa de vários países como México (*Red TEBES- Transformación de la Educación Básica desde la Escuela*), Argentina (*Red DHIE- Docentes que Hacen Investigación Educativa*), Brasil (GPFP- Grupo de Pesquisa na Formação de Professores), Colômbia (*Red CEE- Cualificación de Educadores en Ejercicio*), entre outros (IRES, 2021; GARCÍA-PÉREZ et al., 2001).

Atualmente a *Red IRES* foi substituída pela *Red de Formación e Innovación Docente (REFID)*, que seguem a mesmas premissas apresentadas para a primeira. Devido à importância histórica e as bases fundamentais que são seguidas até hoje, optou-se por manter a denominação *Red IRES* nas discussões teóricas realizadas.

Tendo apresentado um pouco da história da *Red IRES* e suas proposições basilares de trabalho, as próximas seções abordam vertentes importantes de pesquisa da rede que são os modelos de formação docente e a dicotomia conhecimento profissional dominante/conhecimento profissional desejável.

### **2.1.2 Modelos didáticos de formação de professores**

Para Porlán e Martín (1991), os modelos didáticos dos professores, ou seja, a forma de descrever, explicar e intervir no processo de ensino e aprendizagem, podem ser categorizados em 4 grandes perfis, a se citar: tradicional, tecnicista, espontaneísta-ativista e investigativo.

Os modelos baseados na primazia do saber acadêmico são intitulados de modelo tradicional, formal, transmissivo ou enciclopédico. O único saber considerado necessário para a docência nesse modelo é o saber disciplinar. Esse é composto tanto pelo saber curricular quanto pelo saber das Ciências da Educação (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Outra característica crucial desses modelos é a falta de reconhecimento da dimensão prática do trabalho docente. A asserção fundamental é que o conhecimento pode ser transferido do professor para o aluno, por meio da transmissão verbal, sem sofrer modificações ou interpretações. O conteúdo é trabalhado sem interação direta com a realidade, de forma acumulativa e fragmentada (PORLÁN; MARTÍN, 1996; PORLÁN; RIVERO, 1998).

Dessa forma, como apontam Porlán e Rivero (1998, p. 33, tradução livre<sup>5</sup>), questões como: “[...] dificuldade de compreensão de professores e alunos, pertinência ou não de determinada aprendizagem científica para a formação básica das pessoas, interferências entre a visão cotidiana e a visão científica de mundo, diferenças

---

<sup>5</sup> [...] dificultades de comprensión de profesores y alumnos, pertinencia o no de determinados aprendizajes científicos para la formación básica de las personas, interferencias entre la visión cotidiana y la visión científica del mundo, diferencias entre la visión individuales en cuanto a los ritmos y estilos de aprendizaje, etc.

individuais em relação ao ritmo e estilos de aprendizagem, entre outros”, são deixadas de lado nesse modelo didático de formação de professores. Na Figura 6 é apresentada a sequência metodológica característica dos modelos tradicionais, segundo Porlán e Martín (1996).

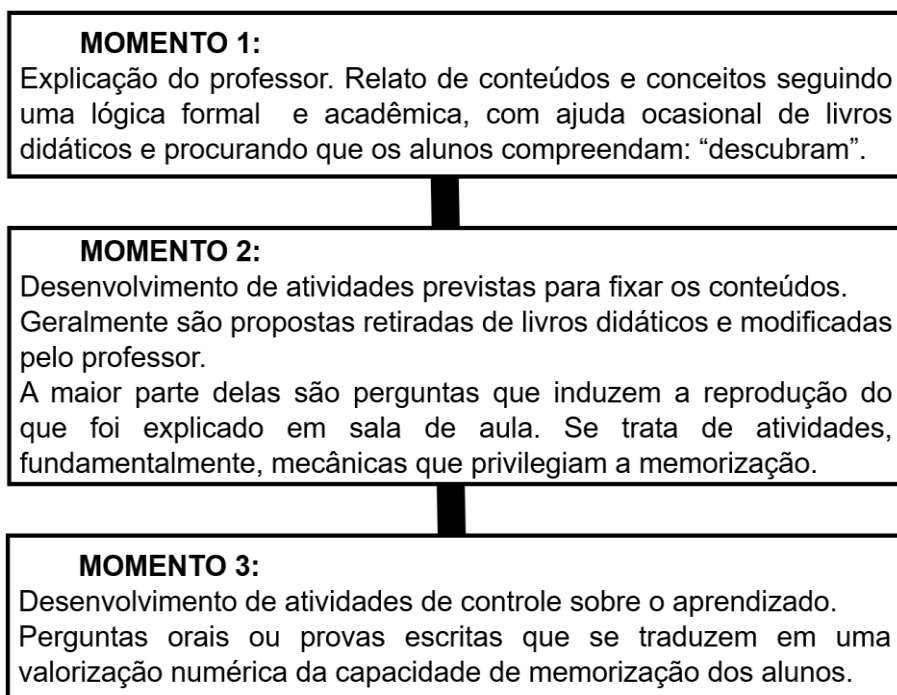


Figura 6. Sequência metodológica característica do modelo tradicional de ensinar.

Fonte: traduzido de Porlán e Martín (1996, p. 7).

A aprendizagem está associada a uma transmissão verbal de conceitos e a sua memorização mecânica. Portanto, a função do professor é transmitir o conhecimento e acompanhar/avaliar o processo de memorização de seus alunos (PORLÁN; RIVERO, 1998).



Em síntese, no entendimento de Porlán e Martín (1996, p. 6, tradução livre<sup>6</sup>), a maneira tradicional de ensinar tem como plano de fundo as seguintes concepções:

- A) o conhecimento científico é um conhecimento acabado, estabelecido, absoluto e verdadeiro;
- B) aprender é apropriar-se desse conhecimento por meio de um processo de captura-retenção e sua fixação, durante o qual não há interpretações, alterações ou modificações de qualquer tipo;
- C) a aprendizagem é um fato individual e homogêneo, portanto passível de padronização;
- D) o que aparentemente se observa na dinâmica de uma aula é uma visão bastante aproximada do que realmente acontece nela.

Um grande problema associado a esses modelos é a relação mecânica estabelecida entre a teoria e a prática profissional. Em sala de aula, o professor deve transmitir o saber científico, aprendido em sua formação inicial, em articulação com os conhecimentos da Ciência da Educação que, muitas vezes, são incompatíveis com as premissas do modelo. Assim, aprender a profissão docente significa se apropriar dos conhecimentos verdadeiros e superiores da disciplina, construídos por meio de uma racionalidade científica, e dosá-los com conhecimentos psicopedagógicos (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Além disso, Porlán e Rivero (1998) ressaltam que o processo de ensino e aprendizagem é avaliado por meio da quantidade do conteúdo científico ministrado e não pela qualidade do processo. Todas as características dos modelos didáticos tradicionais estão sumarizadas no esquema da Figura 7.

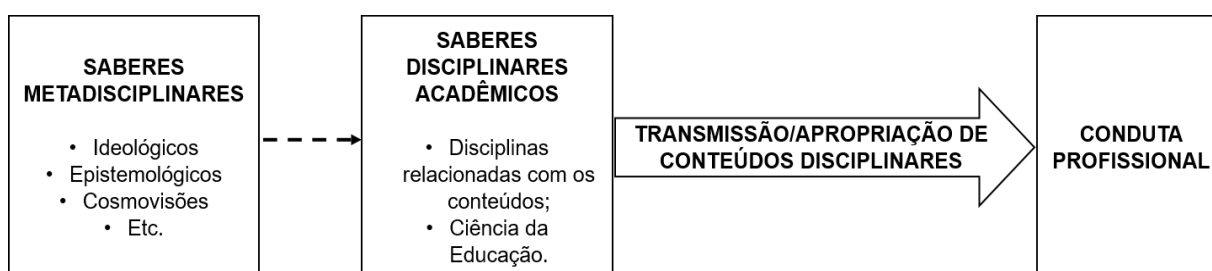


Figura 7. Modelo didático baseado na primazia do saber acadêmico.

Fonte: traduzido de Porlán e Rivero (1998, p.32).

<sup>6</sup> A) el conocimiento científico es un conocimiento acabado, establecido, absoluto y verdadero; B) aprender es apropiarse de dicho conocimiento a través de un proceso de atención-captación-retención y fijación del mismo, durante el cual no se producen interpretaciones, alteraciones o modificaciones de ningún tipo; C) aprender es un hecho individual y homogêneo, susceptible por tanto de ser estandarizado; D) lo que se observa aparentemente en la dinámica de una clase es una visión bastante aproximada de lo que realmente sucede en ella.

Diferentemente dos modelos fundamentados no saber acadêmico, os modelos baseados na supremacia do saber técnico consideram a dimensão prática do trabalho em sala de aula, porém mira uma simples aplicação da teoria. Estes não consideram o saber acadêmico diretamente, o que se acredita é que competências técnicas derivam desse saber e o que realmente importa para a profissão docente são os saberes técnico-funcionais (PORLÁN; RIVERO, 1998).

A mediação entre o saber psicopedagógico e a prática profissional, segundo os modelos baseados no saber técnico, deve ocorrer por meio de um saber técnico-didático. São esses saberes que operacionalizam o trabalho em sala de aula, que se constituem em “[...] técnicas para a seleção de conteúdos e objetivos, métodos concretos de ensino, técnicas de avaliação, entre outros” (PORLÁN; RIVERO, p. 34, tradução livre<sup>7</sup>).

Portanto, como apresentado na Figura 8, são componentes capitais do conhecimento profissional, o conhecimento da matéria e o domínio das competências técnicas. Todas as características do modelo didático tecnicista estão sumarizadas no esquema da Figura 8.

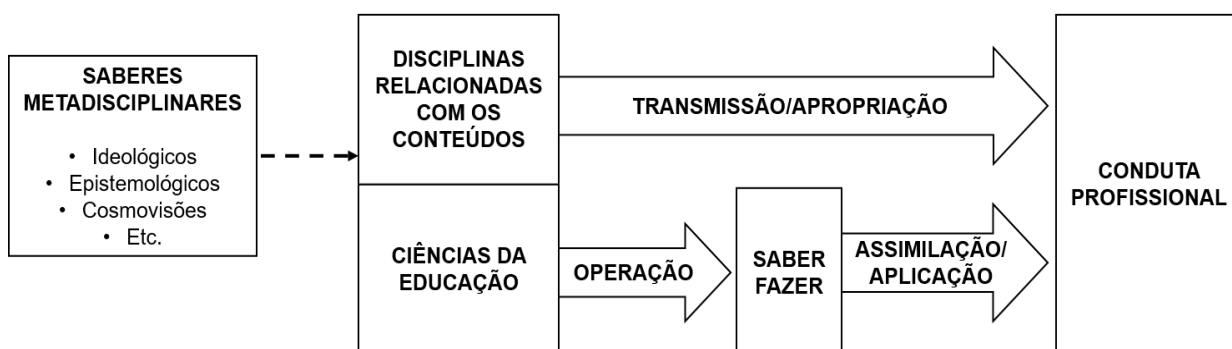


Figura 8. Modelo baseada na supremacia do saber técnico.

Fonte: traduzido de Porlán e Rivero (1998, p.35).

<sup>7</sup> [...] técnicas para la selección de contenidos y objetivos, métodos concretos de enseñanza, técnicas de evaluación, etc.

Porlán e Rivero (1996, p. 38, tradução livre<sup>8</sup>) resumem a Figura 8 com a seguinte descrição:

[...] de uma perspectiva tecnicista, o conhecimento profissional se concebe como a junção de um saber acadêmico centrado em uma visão positivista do(s) assunto(s) (saber sobre o quê) e de um “saber-fazer” voltado para o domínio de competências técnicas derivadas (saber como) a partir das contribuições das Ciências da Educação.

Assim, o professor é considerado com um “técnico” que aplica eficazmente as prescrições didáticas e curriculares. Nesse sentido, Porlán e Martín (1996, p. 8, tradução livre<sup>9</sup>) descrevem as principais concepções associadas a esse modelo com sendo:

- A) o ensino é causa direta e única da aprendizagem.
- B) a maior ou menor capacidade dos alunos para desenvolver os comportamentos, estabelecidos previamente, é um indicador confiável da aprendizagem alcançada.
- C) tudo o que é bem ensinado deve ser bem aprendido, a não ser que os alunos não possuam atitudes ou inteligência normais.
- D) as técnicas de ensino obtidas são suscetíveis de serem aplicadas por diferentes pessoas, em qualquer situação, com a probabilidade de obterem resultados similares.

Porlán e Martín (1996) apresentam, ainda, uma sequência metodológica característica dos modelos fundamentados na supremacia do saber técnico. Essa sequência está presente na Figura 9.

---

<sup>8</sup> [...] desde una perspectiva tecnológica, el conocimiento profesional se concibe como la suma de un saber académico centrado en la versión positiva de la(s) materia(s) (saber sobre el qué) y de un “saber hacer” centrado en el dominio de competencias técnicas derivadas (saber sobre el cómo) de las aportaciones de las Ciencias de la Educación.

<sup>9</sup> A) la enseñanza es causa directa y única del aprendizaje.

B) la mayor o menor capacidad de los alumnos para desarrollar las conductas establecidas de antemano es un indicador fiable del aprendizaje conseguido.

C) todo lo que es bien enseñado debe ser bien aprendido, a no ser que los alumnos no posean unas actitudes o inteligencia normales.

D) las técnicas de enseñanza, así obtenidas, son susceptibles de ser aplicadas por diferentes personas, en cualquier situación, con la probabilidad de obtener resultados similares.

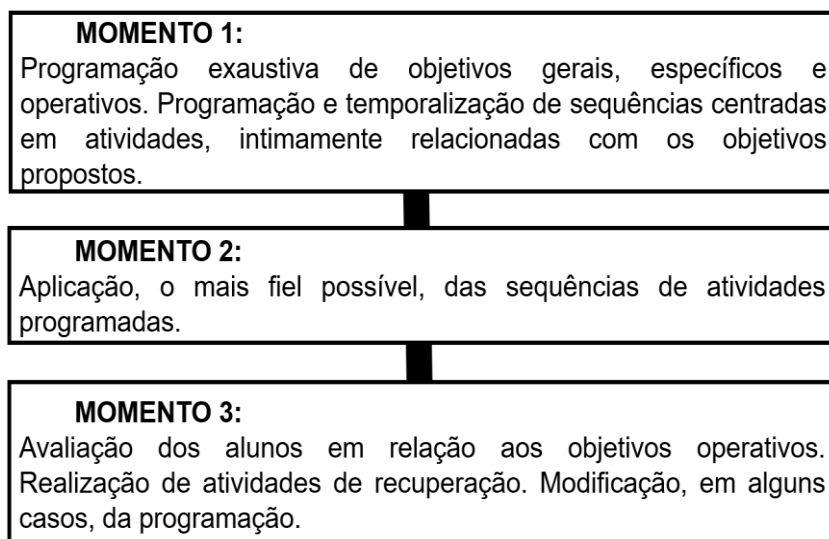


Figura 9. Sequência metodológica característica do modelo tecnicista de ensinar.

Fonte: traduzido de Porlán e Martín (1996, p. 9).

Para Pérez Gómez (1992), o problema de se reduzir a prática de sala de aula a saberes técnicos está respaldado em 2 características intrínsecas do trabalho em sala de aula, sendo elas: *I)* o processo educativo envolve uma natureza humana e social complexa, vinculada a valores, ao qual questões meramente instrumentais não são capazes de resolver; *II)* não existe uma teoria científica que tenha a potencialidade de resolver todos os problemas educativos específicos, que são de natureza interdisciplinar e transcendem a dimensão científica.

Os modelos didáticos de formação de professores baseados no saber fenomenológico também são intitulados de ativistas, espontaneístas, periféricos, informais ou processuais. Estes estão fundamentados em uma perspectiva de que a ação e a intervenção são mais importantes do que a reflexão e o planejamento. Assim, valorizam-se os processos em detrimento aos conceitos. Em relação à formação de professores, a ideia é que o ofício se aprende praticando, de forma espontânea, desde que se garantam as condições adequadas (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Em relação ao processo de ensino e aprendizagem, esses modelos defendem que os alunos aprendem natural e espontaneamente em contato com a realidade. O papel do professor, portanto, é de líder afetivo e social, que deve promover em seus alunos o autoconhecimento. A avaliação é entendida como um processo coletivo de análise e tomada de decisões (PORLÁN, MARTÍN, 1996).

Segundo Porlán e Martín (1996, p. 10, tradução livre<sup>10</sup>), esses modelos partem das concepções de que:

- A) o conhecimento é uma realidade, e que o aluno, em contato com ela, pode alcançá-lo espontaneamente.
- B) é mais importante a aprendizagem de procedimentos, habilidades e valores do que conceitos.
- C) não é possível planejar e dirigir o ensino se queremos atender aos interesses dos alunos.
- D) cada experiência tem um caráter genuíno; portanto, não é possível, nem conveniente, propor estratégias e abordagens que ultrapassem os limites contextuais.

Na Figura 10 é apresentado um esquema de momentos de aula característicos dos modelos espontaneístas.

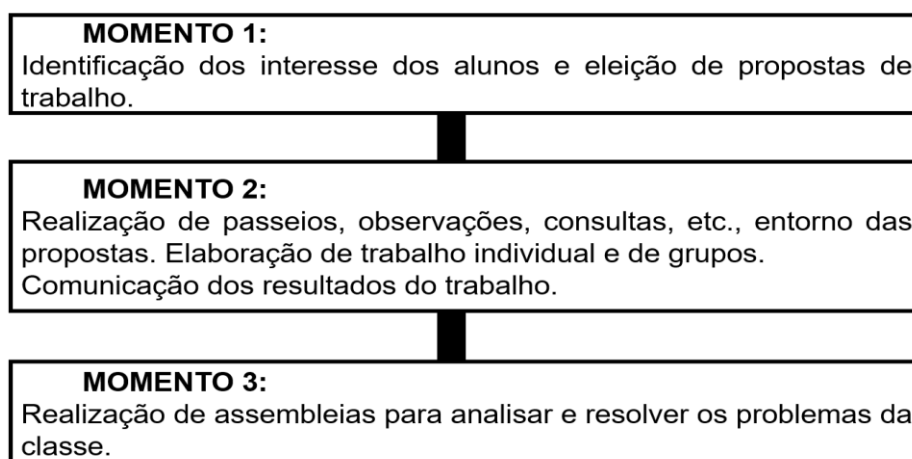


Figura 10. Sequência metodológica característica do modelo espontaneísta de ensinar.

Fonte: traduzido de Porlán e Martín (1996, p. 11).

Esses modelos, assim como os modelos baseados no saber tecnicista, reconhecem a dimensão prática do trabalho em sala de aula, a diferença é que se considera a intervenção prática independente da teoria. A docência, portanto, se nutre de rotinas e guias de ações que não estão fundamentadas na teoria, sendo desenvolvidas na vivência irrefletida da profissão (PORLÁN; RIVERO, 1998).

<sup>10</sup> A) el conocimiento está en la realidad, y que el alumno, en contacto con ella, puede acceder espontáneamente a él. B) es más importante el aprendizaje de procedimientos, destrezas y valores que el de conceptos. C) no es posible planificar y dirigir la enseñanza si queremos atender los intereses de los alumnos. D) cada experiencia tiene un carácter genuino; de ahí que no sea posible, ni conveniente, proponer estrategias o enfoques que sobrepasen sus límites contextuales.

Porlán e Rivero (1998, p. 45, tradução livre<sup>11</sup>) ressaltam, no entanto, que, para os modelos espontaneístas, “[...] há um gradiente de possibilidades que vai de uma concepção simplista da prática profissional a uma mais completa e crítica que não foge ao contraste com o saber disciplinar”. Nesse sentido, pode-se apresentar 2 subtipos extremos, o enfoque artesanal e o enfoque ideológico (PORLÁN; RIVERO, 1998).

O enfoque artesanal trata o aprendizado da docência como um aprendiz de artesão, por conseguinte, se valoriza a observação, a imitação, a aprendizagem de habilidades e competências (uma apropriação tácita dos significados da experiência). Esse enfoque se diferencia do modelo tecnicista ao dar enfoque no saber-fazer cotidiano, na experiência, no contexto e nas improvisações dentro de sala de aula (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Porlán e Rivero (1998) ressaltam, ainda, que, para alguns profissionais, o enfoque artesanal é utilizado para complementar os modelos acadêmicos. É possível observar algumas rotinas e guias de ação características de modelos tradicionais sendo incorporados, de forma não reflexiva, em professores que trabalham no enfoque artesanal. Na Figura 11 é apresentado um esquema que busca resumir as principais características dos modelos baseados na supremacia dos saberes fenomenológicos, pensadas no enfoque artesanal (PORLÁN; RIVERO, 1998).

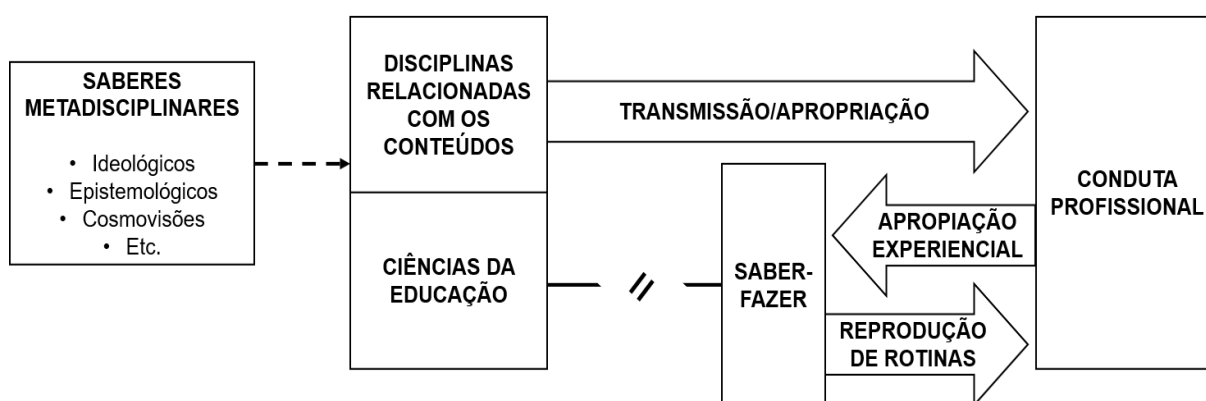


Figura 11. Modelos baseados na supremacia do saber fenomenológico: enfoque artesanal.

Fonte: traduzido de Porlán e Rivero (1998, p. 46).

<sup>11</sup> [...] hay un gradiente de posibilidad que van desde una concepción simple de la práctica profesional hasta otra más completa y crítica que no elude el contraste con el saber disciplinar

Segundo Porlán e Rivero (1998, p. 47, tradução livre<sup>12</sup>), podem ser incluídos no enfoque ideológico todos os modelos de formação de professores que cumprem 4 aspectos principais:

[...] ausência de um marco de referência psicopedagógico de caráter disciplinar; rejeição a técnicas didáticas universais; valorização da experiência, do saber-fazer profissional; presença de um marco de referência ético e ideológico radical, antisistemas, que impulsiona processos de desenvolvimento e inovação.

Para esse enfoque, a formação de professores está vinculada ao planejamento e aplicação de inovações para resolver problemas específicos, formulados de forma fragmentada e superficial. Essas atividades estão voltadas para trabalhos em grandes grupos de profissionais (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Um grande problema é a valorização de uma visão idealista da autonomia do professor e de seu desenvolvimento profissional, em detrimento a uma fundamentação científica sólida. São modelos marcados por falta de rigor metodológico e falta de reflexão. Na Figura 12 está um esquema que sumariza as ideias ligadas ao enfoque ideológico dos modelos fundamentados na supremacia do saber fenomenológico (PORLÁN; RIVERO, 1998).

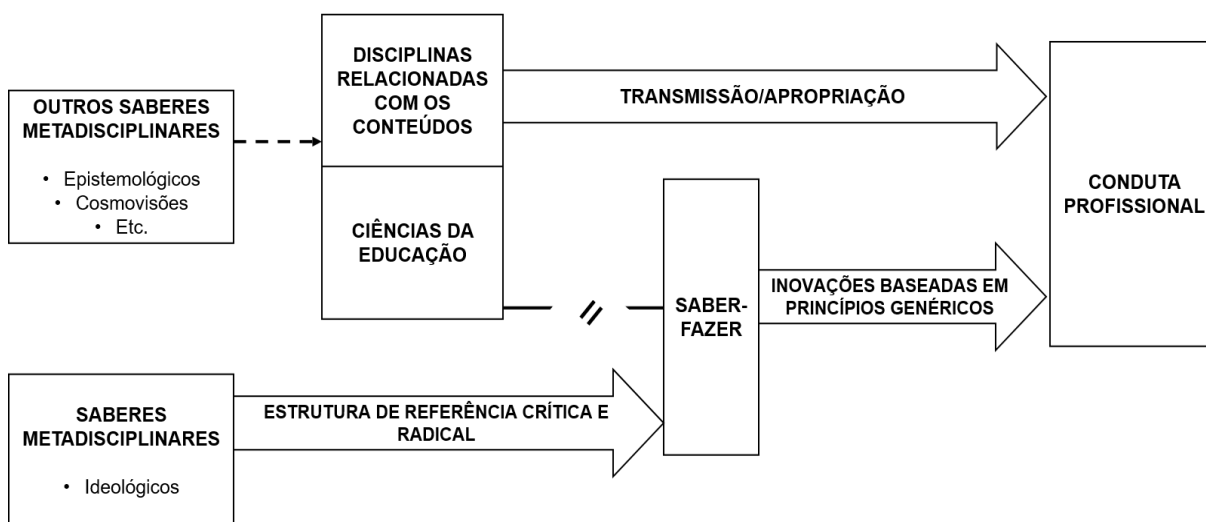


Figura 12. Modelos baseados na supremacia do saber fenomenológico: enfoque ideológico.

Fonte: traduzido de Porlán e Rivero (1998, p. 49).

<sup>12</sup> Ausencia de un marco de referencia psicopedagógico de carácter disciplinar; rechazo de las técnicas didácticas universales; valorización de la experiencia, del saber-hacer profesional; presencia de un marco de referencia ético e ideológico radical, antisistema, que impulsa procesos de cambio e innovación.

Na Figura 13 é apresentado um esquema que resume os diferentes componentes do conhecimento profissional, segundo os diferentes enfoques de formação.

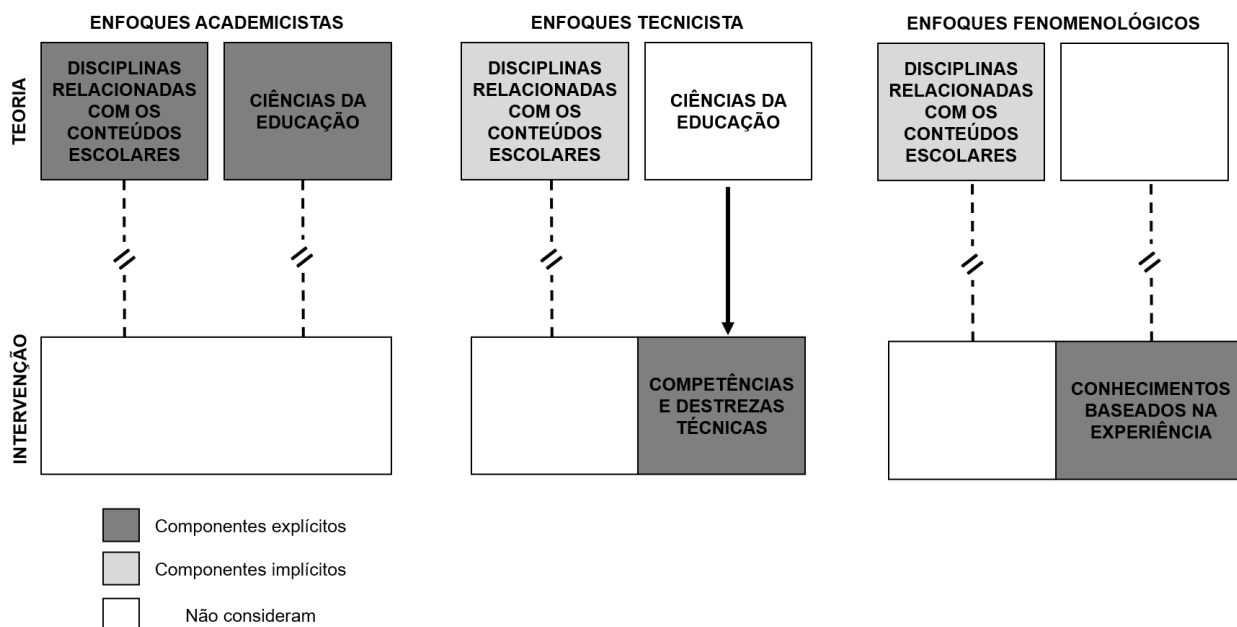


Figura 13. Componentes do conhecimento profissional segundo os diferentes enfoques.

Fonte: traduzido de Porlán e Rivero (1998, p. 31).

Para Porlán e Martín (1996), tanto os modelos baseados na supremacia do saber tecnológico (supremacia da teoria sobre a prática) como os baseados na supremacia dos saberes fenomenológicos (supremacia da prática sobre a teoria) são respostas, apenas, parciais aos problemas encontrados no modelo tradicional de formação de professores. Em relação aos modelos baseados na supremacia do saber tecnológico, Porlán e Martín (1996, p. 12, tradução livre<sup>13</sup>) apontam como principais falhas:

[...] sua falta de rigor, oferecendo uma racionalidade supostamente neutra que tende a padronizar a realidade escolar, em si mesma completa e diversa; reduzindo o papel do professor ao de técnico-executor de planos e currículos almejados por agentes externos à escola, desconhecendo, na maioria das vezes, a singularidade dos processos de ensino-aprendizagem.

<sup>13</sup> [...] su escasa rigurosidad, ofreciendo una racionalidad supuestamente neutral que tiene a uniformizar la realidad escolar, de por sí completa y diversa; reduciendo el papel del profesor al de un técnico-ejecutor de planes y currículos diseñados por agentes externos a la escuela, desconocedores, en la mayoría de los casos, de la singularidad de los procesos de enseñanza-aprendizaje.



Já em relação aos modelos que primam pelos saberes fenomenológicos, Porlán e Martín (1996, p. 12, tradução livre<sup>14</sup>) alertam para:

[...] seu autoritarismo e diretivismo, assumindo uma postura antidogmática do ensino e da aprendizagem e, ao mesmo tempo, idealizada e ingênua em alguns de seus princípios básicos (como dar pouca importância aos aspectos mais técnicos, conceituais e teóricos do ensino).

Para Porlán e Martín (1996), um modelo de formação de professores que realmente supere o modelo tradicional deve estar preocupado em integrar teoria e prática. Assim, a ação educativa deve ser fundamentada, rigorosa e fazer uso de diversos campos do saber.

Segundo Porlán e Rivero (1998), esse novo modelo deve reconhecer que: I) o conhecimento profissional não pode ser simplificado a um conhecimento acadêmico, nem mesmo a um conjunto deles; II) não se pode restringir à docência apenas a competências técnicas, por se tratar de uma área que trabalha com seres humanos; III) o exercício da docência de forma coerente e rigorosa não é compatível com o desenvolvimento acrítico da profissão, por meio da experiência.

Nessa perspectiva, a formação de professores deve estar amparada em um saber prático complexo, que se deve construir a partir de 4 grandes eixos básicos. Para Porlán e Rivero (1998, p. 52, tradução livre<sup>15</sup>), esses 4 eixos são:

[...] os problemas práticos dos professores, suas concepções e experiências, as contribuições de outras fontes de conhecimento (conhecimentos metadisciplinares, disciplinas científicas, modelos didáticos, valores, técnicas concretas, outras experiências, etc.) e as interações que podem ser estabelecidas entre eles.

As inter-relações desses 4 eixos básicos estão esquematizadas na Figura 14.

<sup>14</sup> [...] su autoritarismo y directivismo, asumiendo un planteamiento de la enseñanza y el aprendizaje anti-dogmático y, al mismo tiempo, idealizado e ingenuo en algunos de sus principios básicos (como por ejemplo dándole escasa importancia a los aspectos más técnicos, conceptuales y teóricos de la enseñanza).

<sup>15</sup> [...] los problemas prácticos de los profesores, sus concepciones y experiencias, las aportaciones de otras fuentes de conocimiento (conocimiento metadisciplinares, disciplinas científicas, modelos didáticos, valores, técnicas concretas, otras experiencias, etc.), y las interacciones que se pueden establecer entre ellos.

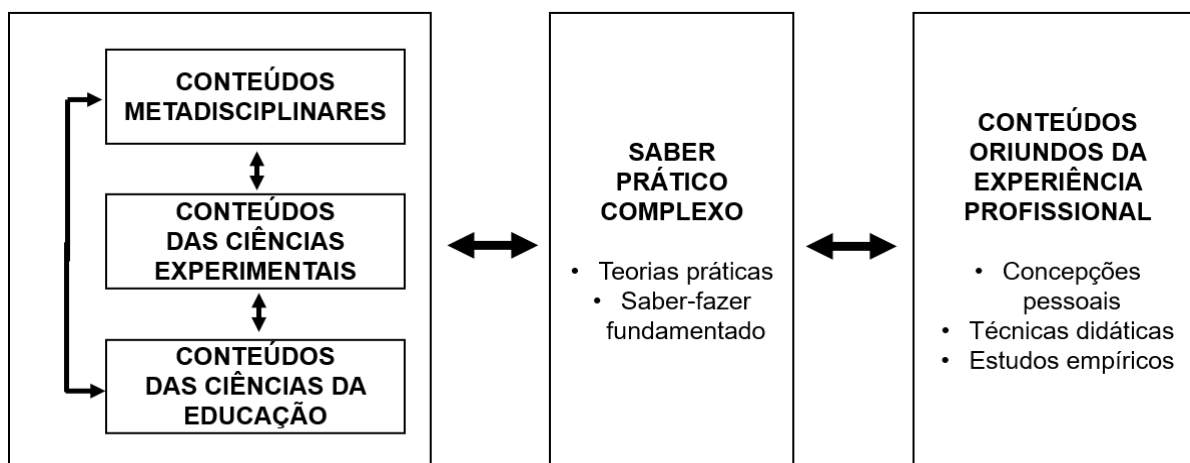


Figura 14. O saber prático complexo.

Fonte: traduzido de Porlán e Rivero (1998, p. 53).

Como proposta de um modelo que consiga superar o modelo tradicional, aliando teoria e prática, Porlán e Martín (1996) sugerem um modelo alternativo intitulado de *Modelo Didáctico de Investigación en la Escuela*, que é pautado em uma concepção sistêmica e complexa da realidade e dos processos de ensino e aprendizagem; uma visão construtivista e investigadora da aprendizagem; uma perspectiva crítica e social do ensino. O modelo é apresentado com mais detalhes nas seções subsequentes.

As próximas seções apresentam pontos fundamentais para se avançar em direção ao *Modelo Didáctico de Investigación en la Escuela*, como as discussões relacionadas ao conhecimento profissional dominante e ao conhecimento profissional desejado.

### 2.1.3 O conhecimento profissional dominante

Epistemologicamente, segundo Porlán e Rivero (1998), os conhecimentos dos professores podem ser abordados em 2 grandes categorias, sendo elas: I) o conhecimento profissional dominante: se configura no conhecimento profissional que de fato existe; e II) o conhecimento profissional desejável: o conhecimento que deveria existir.

Nas palavras de Porlán e Rivero (1998, p. 63, tradução livre<sup>16</sup>), o conhecimento profissional dominante:

[...] geralmente, é o resultado da justaposição de quatro tipos de conhecimento, que são de natureza diferentes, são gerados em diferentes momentos e contextos, permanecem relativamente isolados um do outro na memória dos professores e se manifestam em diferentes tipos de situações profissionais ou pré-profissionais.

Os 4 tipos de conhecimentos citados pelos autores são: A) os saberes acadêmicos; B) os saberes baseados na experiência; C) rotinas e guias de ação; D) os saberes das teorias implícitas (Figura 15). Esses são analisados pelos autores por meio das dimensões epistemológica (dicotomia racional/experiencial) e psicológica (dicotomia explícito/tácito) (PORLÁN; RIVERO, 1998).

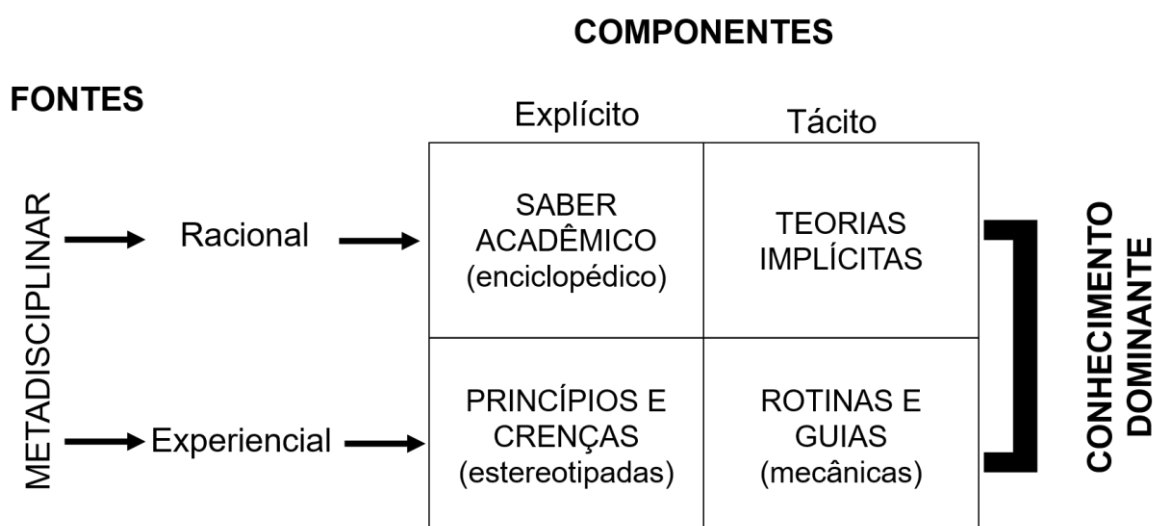


Figura 15. Fontes e componentes do conhecimento profissional dominante.

Fonte: traduzido e adaptado de Porlán e Rivero (1998, p. 64).

A) saberes acadêmicos: “se referem ao conjunto de concepções disciplinares que os professores têm, sejam relativas aos conteúdos do currículo ou à

<sup>16</sup> [...] suele ser el resultado de yuxtaponer estos cuatro tipos de saberes, que son de naturaleza diferente, se generan en momentos y contextos distintos, se mantienen relativamente aislados unos de otros en la memoria de los profesores y se manifiestan en distintos tipos de situaciones profesionales o preprofesionales.

Ciência da Educação” (PORLÁN; RIVERO, 1998, p. 60, tradução livre<sup>17</sup>). Dentro desse conjunto de saberes estão os conhecimentos da matéria a ser ensinada, o conhecimento de sua epistemologia e o conhecimento sobre as especificidades do processo de ensino e aprendizagem da disciplina (psicologia, didática geral e didática específica da matéria) (SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Esse tipo de saber é adquirido/desenvolvido, em sua maior parte, durante a formação inicial e, portanto, são epistemologicamente racionais. Em geral, são explícitos e se organizam por meio dos conhecimentos disciplinares (PORLÁN; RIVERO, 1998).

B) saberes baseados na experiência: como o próprio nome sugere, são concepções referentes aos diferentes aspectos do processo de ensino e aprendizagem desenvolvidas, de forma consciente e explícita, pelo professor no exercício de sua profissão. São caracterizados por serem de *senso comum* e se apresentam como crenças, princípios de atuação e como imagens do conhecimento pessoal (PORLÁN; RIVERO, 1998; SOLÍS; PORLÁN, 2017; RIVERO *et al.*, 2017).

Em relação a sua dimensão psicológica, os saberes baseados na experiência, são explícitos e, caracteristicamente, são mobilizados durante o planejamento educacional, sua execução, avaliação e, principalmente, nas situações que exigem diagnósticos de problemas oriundos do contexto real de sala de aula (PORLÁN; RIVERO, 1998; SOLÍS; PORLÁN, 2017).

C) saberes relacionados à rotina e aos guias de ação: “referem-se ao conjunto de esquemas táticos que preveem o curso dos eventos na sala de aula e que contêm diretrizes concretas e padronizadas de ação para enfrentá-los” (PORLÁN; RIVERO, 1998, p. 61, tradução livre<sup>18</sup>). Desse modo, são epistemologicamente experienciais. Esses saberes estão ligados à conduta em sala de aula e são obtidos lentamente, de forma ambiental, com maior intensidade na experiência como aluno. Devido a isso, são incorporados pelo professor de forma inconsciente, por meio do contato com vários professores ao longo de sua trajetória escolar (PORLÁN; RIVERO, 1998). Por

---

<sup>17</sup> “[...] se refieren al conjunto de concepciones disciplinares que tienen los profesores, sean éstas relativas a los contenidos del currículum o a las Ciencias de la Educación”.

<sup>18</sup> “[...] se refiere al conjunto de esquemas tácticos que predicen el curso de los acontecimientos en el aula y que contienen pautas de actuación concretas y estandarizadas para abordarlos”.

ser um saber tácito e, na perspectiva dos conhecimentos dominantes, ser repetido sem reflexão, se torna mecânico.

D) saberes das teorias implícitas: podem ser entendidos como teorias que guiam as crenças e ações do professor, sem que este tenha conhecimento de suas fundamentações teóricas formais. Desse modo, é caracterizado epistemologicamente com experienciais e psicologicamente como tácitos (PORLÁN; RIVERO, 1998). Porlán e Rivero (1998, p. 62, tradução livre<sup>19</sup>) exemplificam essa categoria de saberes com a situação de um professor que:

[...] adota uma estratégia de ensino baseada, quase exclusivamente, na transmissão verbal de conteúdo disciplinar, que é bastante frequente. É possível que este não saiba, no sentido de que não conhece conscientemente, que esse modo de pensar e agir pressupõe uma teoria da aprendizagem por apropriação formal de significados (teoria da mente em branco), segundo a qual o aluno aprende adequadamente ouvindo, retendo e memorizando os conceitos fornecidos pelo professor, sem que suas ideias anteriores interfiram no processo e sem obstáculos que impeçam essa aprendizagem, além daqueles originados pela falta de estudo e pelo grau de inteligência.

Em síntese, pode-se dizer que o conhecimento profissional dominante se caracteriza pela aquisição e desenvolvimento acrítico e parcelado desses 4 tipos de saberes, sem que se tenha a possibilidade de inter-relações e reelaborações (Figura 15). Para explicar com mais detalhes os problemas relacionados à utilização dos 4 tipos de saberes com pouca integração, justaposição e coexistência, Solís e Porlán (2017) apresentam o exemplo do professor em formação que aprende na academia uma determinada teoria de ensino. No entanto, quando ele chega em uma situação real de sala de aula, não é capaz de transformá-la em guias de ações coerentes. Isso ocorre, porque esses saberes estão posicionados em dimensões epistemológicas diferentes e estabelecer relações entre elas não é um processo simples e linear.

---

<sup>19</sup> [...] adopta una estrategia de enseñanza basada casi exclusivamente en la transmisión verbal de los contenidos disciplinares, cosa bastante frecuente, es posible que no sepa, en el sentido de que no sepa conscientemente, que dicha forma de pensar y de actuar presupone una teoría del aprendizaje por apropiación formal de significados (teoría de mente en blanco), según la cual el alumno aprende adecuadamente escuchando, reteniendo y memorizando los conceptos que le suministra el profesor, sin que sus ideas previas interfieran en el proceso y sin que existan obstáculos que impidan dicho aprendizaje, más allá de los que se originan por su falta de estudio e por su grado de inteligencia.

Estabelecer essa relação exige transitar repetitivamente entre o racional e o experiencial, entre o explícito e o tácito.

Uma proposta para trabalhar os 4 tipos de saberes de forma articulada, crítica e inter-relacionada é chamada, pela *Red IRES*, de conhecimento profissional desejado.

#### 2.1.4 O conhecimento profissional desejado

Para Porlán e Rivero (1998, p. 65, tradução livre<sup>20</sup>), o conhecimento profissional desejado do professor é “[...] um tipo de conhecimento prático, profissionalizado e dirigido a uma intervenção em âmbito social”. A prática profissional do professor, como toda prática social, deve ser intencional e buscar cumprir um objetivo proposto *a priori* (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Os autores sustentam, ainda, que um saber de natureza prática, como o docente, deve: *I*) ser rigoroso e crítico em relação à abordagem dos problemas profissionais; *II*) reconhecer, valorizar e buscar melhoria na sua prática profissional cotidiana; *III*) abordar dilemas éticos comuns a todo tipo de intervenção social (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Um saber com essas características e voltado para tomada de decisão antes, durante e depois da intervenção deve, segundo Porlán e Rivero (1998, p. 65, tradução livre<sup>21</sup>):

[...] ser constituído por um conjunto de teorias práticas organizadas em torno de questões do tipo: objetivos da educação, natureza do conhecimento escolar, hipóteses sobre o processo de construção e monitoramento desse conhecimento etc., e geradas por meio de contraste, integração e reconstrução de diferentes conteúdos formativos.

Assim, um conhecimento profissional com essa complexidade prática não pode ser reduzido a uma simples justaposição de conhecimentos acadêmicos,

---

<sup>20</sup> [...] es un conocimiento práctico, profesionalizado y dirigido a la intervención en ámbitos sociales.

<sup>21</sup> [...] estar constituido por un conjunto de teorías prácticas organizadas en torno a cuestiones del tipo: finalidades de la educación, naturaleza del conocimiento escolar, hipótesis sobre el proceso de construcción y seguimiento de dicho conocimiento, etc., y generadas a través del contraste, la integración y la reconstrucción de diferentes contenidos formativos.

experienciais, cotidianos, filosóficos ou metadisciplinares (PORLÁN; RIVERO, 1998). Além do mais, não pode ser entendido como um conhecimento apenas disciplinar, filosófico ou fundamentado somente na experiência (SOLÍS; PORLÁN, 2017).

O conhecimento profissional desejável, nessa perspectiva, está atrelado à resolução de problemas prático-profissionais e configura-se em reelaborações e transformações epistemológica e didática dos saberes acadêmicos, saberes baseados na experiência, nas teorias implícitas e nas rotinas e guias de ação. Essas reelaborações e transformações têm como fundamentação fontes de saberes de natureza diferente (Figura 16): A) os saberes metadisciplinares, B) os saberes disciplinares básicos, e C) os saberes baseados na experiência profissional (PORLÁN; RIVERO, 1998; SOLÍS; PORLÁN, 2017).

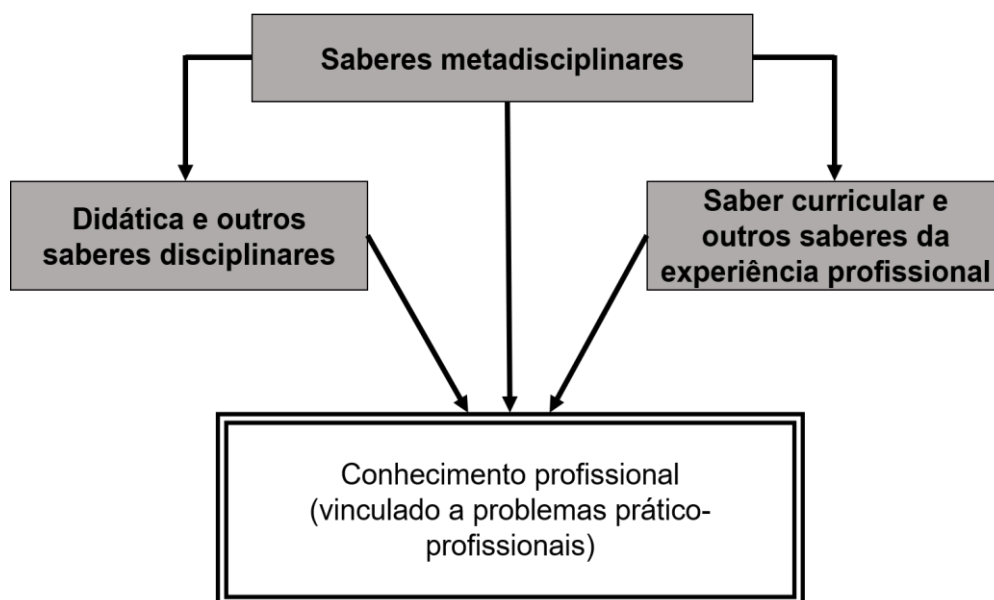


Figura 16. Fontes principais para elaboração do conhecimento profissional desejável.

Fonte: traduzido e adaptado de García-Pérez (2006, p. 281).

A) saberes metadisciplinares: é uma área do conhecimento acadêmico relacionado às teorias gerais e visões de mundo, como, por exemplo, o construtivismo, o evolucionismo, as teorias críticas, entre outras. Essas teorias gerais se caracterizam por terem alto grau de generalização e grande influência na prática didática. Além de representar uma forma de olhar para os conteúdos das disciplinas, os conhecimentos metadisciplinares apresentam seus próprios conteúdos relacionados à história, sociologia e ontologia (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Para Solís e Porlán (2017), faz parte dos saberes metadisciplinares entender a natureza do conhecimento gerado pela área do conhecimento específica (teórico,

prático, profissional e filosófico); os métodos, instrumentos de pesquisa e técnicas características; os marcos históricos fundamentais da área do conhecimento e os paradigmas relacionados.

Ademais, Porlán e Rivero (1998) advertem que o processo educacional não é a mera aplicação de teorias, pois é responsabilidade do sistema educacional propiciar condições para que os alunos construam conhecimentos e valores, políticos e culturais, relacionados à justiça, solidariedade e senso democrático. Dessa forma, segundo Porlán e Rivero (1998, p. 72, tradução livre<sup>22</sup>):

[...] o professor não pode construir seu conhecimento apenas com base no conhecimento acadêmico tradicional ou no conhecimento proporcionado pela experiência, mas também precisa refletir sobre os aspectos ideológicos envolvidos para, em interação com os anteriores, gerar conhecimentos não apenas informados, mas críticos e éticos. O professor não deve apenas compreender os fenômenos relacionados ao ensino e à aprendizagem e saber executar as ações mais apropriadas, mas também questionar os fins e os valores de sua atuação, questões em que a perspectiva ideológica está necessariamente presente.

B) saberes disciplinares básicos: é um conjunto de saberes formado por todos os conhecimentos que apresentam implicações diretas para o processo de ensino e aprendizagem. Assim, fazem parte deles os conteúdos das disciplinas relacionados com: as áreas curriculares, o processo de ensino, o processo de aprendizagem e o estudo dos sistemas educativos. Desse rol de conhecimentos elencados, Porlán e Rivero (1998) destacam alguns que entendem ser determinantes para a formação do professor: os conhecimentos da matéria, da psicopedagogia e da didática específica de cada área do conhecimento.

Os *conhecimentos da matéria* incluem compreender os objetivos do campo de estudo, os fatos, princípios, leis e teorias mais relevantes e a relação entre esses

---

<sup>22</sup> [...] el profesor no puede construir su conocimiento basándose únicamente en los saberes académicos tradicionales o en los saberes que aporta la experiencia, sino que necesita realizar también una reflexión sobre los aspectos ideológicos implicados para, en interacción con los anteriores, generar un conocimiento no sólo informado, sino también crítico y ético. El profesor no sólo debe comprender los fenómenos relacionados con la enseñanza y aprendizaje y saber realizar las actuaciones que puedan ser más adecuadas, necesita cuestionar los fines y valores de su actuación, cuestiones en las que la perspectiva ideológica necesariamente está presente.



aspectos (PORLÁN; MARTÍN, 1994). Além disso, esse conhecimento deve estar interligado com os conhecimentos metadisciplinares de modo que o professor tenha clareza de como se desenvolve o conhecimento científico e seu processo de validação (PORLÁN; RIVERO, 1998). Outra importante relação entre o conhecimento da matéria e os conhecimentos metadisciplinares são as investidas em proposições interdisciplinares, de modo a propiciar que os alunos apresentem uma visão mais global do conhecimento científico (PORLÁN; MARTÍN, 1994). A interdisciplinaridade deve explorar relações com disciplinas limítrofes e significados de conceitos que diferem em várias áreas (SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Um conhecimento adequado da matéria impõe, ainda, clareza das relações entre o desenvolvimento da ciência e os aspectos socioambientais (PORLÁN; MARTÍN, 1994). Outrossim, o professor deve saber selecionar adequadamente os conteúdos de acordo com os alunos que vai ensinar e deve estar preparado para aprofundar em relação aos conteúdos e para aprender novos (GIL-PÉREZ, 1993).

Os *conhecimentos psicopedagógicos* são relacionados ao processo de ensino e aprendizagem em geral e, portanto, não guardam referência direta com conteúdos escolares específicos. Exemplos desses conhecimentos são a didática geral, a psicologia da educação, a organização escolar, a história da educação e a sociologia (PORLÁN; RIVERO, 1998; SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Segundo Porlán e Rivero (1998, p. 76, tradução livre<sup>23</sup>), algumas das mais importantes áreas desse conhecimento estão relacionadas ao:

[...] pensamento e ao comportamento do professor, à formação de professores e ao desenvolvimento profissional, à natureza da profissão docente, à aprendizagem dos alunos, às características do desenvolvimento de crianças e adolescentes, à relação entre desenvolvimento conceitual e afetivo, estratégias para metacognição, interação e comunicação na sala de aula, dinâmica psicossocial nos contextos escolares, natureza e tipos de currículos, organização da sala de aula e da escola, contexto social, econômico e político dos processos educacionais, história desses processos etc.

---

<sup>23</sup> [...] el pensamiento y la conducta del profesor, la formación del profesorado y su desarrollo profesional, la naturaleza de la profesión docente, el aprendizaje de los alumnos, las características del desarrollo de niños y adolescentes, la relación entre desarrollo conceptual y afectivo, las estrategias de metacognición, la interacción y comunicación en el aula, la dinámica psicosocial en los contextos escolares, la naturaleza y tipos de currículos, la organización del aula y el centro, el contexto social, económico y político de los procesos educativos, la historia de dichos procesos, etc.

A perspectiva é que o professor, que apresenta uma formação adequada, deve ter consciência dessas diferentes componentes do conhecimento psicopedagógico e ter a capacidade de desenvolver um conhecimento prático consciente que possibilite a autoanálise, a reformulação e a evolução de suas teorias implícitas (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Os *conhecimentos da didática específica* são um conhecimento que inter-relacionam os conhecimentos psicopedagógicos com os conteúdos específicos da matéria que pretende ensinar, reelaborando-os de modo a produzir um novo tipo de conhecimento. Nas palavras de Porlán e Rivero (1998, p. 83, tradução livre<sup>24</sup>): “[...] a Didática Específica é uma fonte epistemológica que fornece conhecimento integrado e próximo à prática, específico para o ensino e aprendizagem de disciplinas escolares, e assume hipóteses de atuação mais ou menos complexas”.

Assim, os conhecimentos próprios das didáticas específicas estão fundamentados no estudo da relação entre os conteúdos do ensino (conhecimento da matéria) e da forma de se ensinar e avaliar (conhecimento psicopedagógico) (SOLÍS; PORLÁN, 2017).

García-Pérez (2006) argumenta que, de todos os conhecimentos significativos para a profissão docente (conhecimentos das disciplinas relacionadas aos conteúdos curriculares; conhecimentos das disciplinas relacionadas ao ensino e à aprendizagem; conhecimentos relacionados aos estudos dos sistemas educativos), os conhecimentos da didática específica são os mais importantes, devido ao seu caráter integrador e sintético. Para o García-Pérez (2006, p. 284, tradução livre<sup>25</sup>), a didática específica é:

---

<sup>24</sup> “[...] las didácticas específicas son una fuente epistemológica que aporta conocimientos integrados y próximos a la práctica, específicos para la enseñanza y aprendizaje de las materias escolares, e hipótesis más o menos complejas, de actuación”.

<sup>25</sup> “[...] un campo que se nutre del análisis de los problemas de la práctica, pero reflexionándolos a la luz de las aportaciones psicopedagógicas, psicológicas, sociológicas, históricas, etc. y trabajando en todo caso con contenidos escolares que, en gran parte, proceden de determinadas disciplinas de referencia (si bien no habría que olvidar otros referentes de esos contenidos, cuáles son las propias ideas de los alumnos o las problemáticas sociales y ambientales).

[...] um campo que se nutre da análise dos problemas da prática, mas refletindo-os à luz de contribuições psicopedagógicas, psicológicas, sociológicas, históricas etc. e trabalhando em todo o caso com conteúdos escolares que, em grande medida, provêm de determinadas disciplinas de referência (embora não devemos esquecer outras referências desses conteúdos, que são ideias dos próprios alunos ou problemas sociais e ambientais).

Tendo definidas as características dos saberes metadisciplinares e disciplinares, pode-se olhar novamente para o saber acadêmico do professor, porém agora na ótica do conhecimento profissional desejado. Nesta, a interação entre os saberes metadisciplinares e a didática específica (Figura 17) se constitui como um 1º nível de integração epistemológica que contribui para a construção do conhecimento prático-profissional (PORLÁN; RIVERO, 1998).

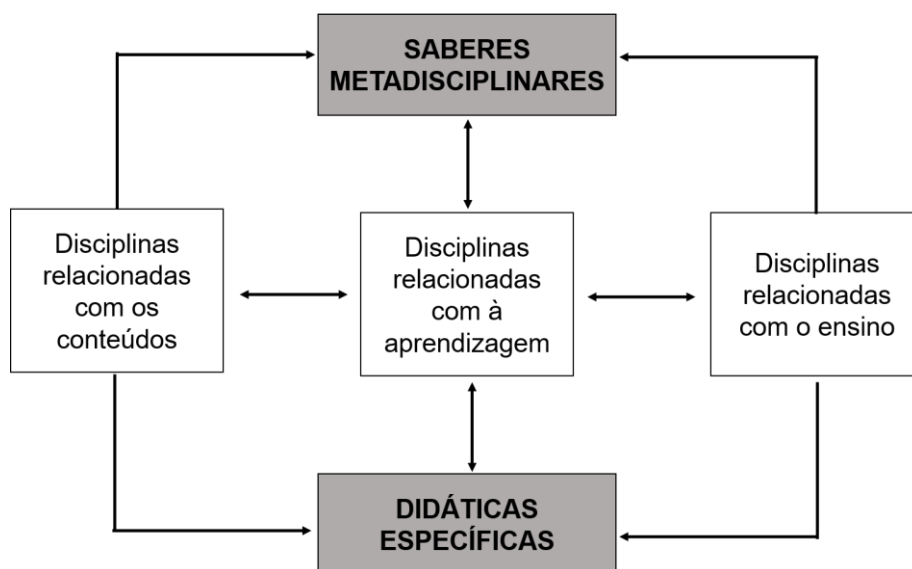


Figura 17. Processo de integração dos saberes metadisciplinares e da didática específica que se relacionam com o conhecimento prático-profissional.

Fonte: traduzido e adaptado de Porlán e Rivero (1998, p. 84).

Importante salientar que, segundo Rivero e colaboradores (2017), o conhecimento didático não é a mesma coisa que o saber profissional do professor. Estas são componentes distintas, que apresentam diferentes funções no processo de ensino e aprendizagem. Enquanto o saber profissional é mobilizado pelo professor para interferir diretamente nos processos de ensino e aprendizagem em sala de aula, os conhecimentos didáticos têm as funções de descrever e explicar os processos de ensino e aprendizagem, desenvolver e avaliar propostas de melhoria da educação e da formação de professores.

C) saberes da experiência profissional: podem ser divididos em 3 componentes, que seguem apresentados em ordem crescente de integração e elaboração consciente e reflexiva: os saberes rotineiros; os princípios e crenças pessoais; os saberes curriculares sistematizados.

Os *saberes rotineiros* são os roteiros e esquemas de ação que o professor utiliza diariamente para organizar e guiar suas ações em sala de aula. São utilizados de forma inconsciente e automatizadas em situações de sala de aula, que se repetem com grande frequência. Esse tipo de conhecimento é necessário e inevitável, pois a utilização inconsciente possibilita que o professor depreenda mais atenção para situações singulares (PORLÁN; RIVERO, 1998; SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Para Solís e Porlán (2017), ao contrário do que pensa o *senso comum*, os saberes rotineiros são extremamente importantes para a atividade docente. No entanto, é necessário que esses saberes sejam coerentes com o modelo e objetivos de ensino e aprendizagem.

Os *princípios e crenças pessoais* se relacionam às concepções, metáforas e imagens que o professor tem das diferentes variáveis de sua atividade profissional (a aprendizagem, os alunos, a metodologia, a natureza dos conteúdos, o papel do planejamento e da avaliação, os fins desejados, entre outros) (PORLÁN; RIVERO, 1998; SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Para Solís e Porlán (2017), os princípios e crenças pessoais em professores experientes e com atitude inovadora são convertidos em “princípios didáticos de síntese para a ação”. Como as atividades em sala de aula estão fundamentadas, o tempo todo, na ação, não é possível que se tomem decisões refletidas no modelo didático de referência. Assim, a forma que o professor tem de garantir que suas ações são coerentes com seu modelo didático é transformá-lo em princípios de síntese para a ação, para que este se configure em decisões na ação diária (SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Os *saberes curriculares sistematizados* “[...] se referem ao conjunto de ideias, hipóteses de trabalho e técnicas concretas que são conscientemente colocadas em prática no planejamento, aplicação e desenvolvimento do currículo” (PORLÁN; RIVERO, 1998, p. 85, tradução livre<sup>26</sup>).

---

<sup>26</sup> [...] se refieren al conjunto de ideas, hipótesis de trabajo y técnicas concretas que se ponen conscientemente en juego en el diseño, aplicación y seguimiento del currículum.

Em um estágio mais avançado de conhecimento, os saberes curriculares sistematizados podem estar relacionados com algumas das seguintes habilidades: conhecer a gênese e as características do conhecimento escolar tradicional; reconhecer a existência das concepções dos alunos, assim como sua utilização didática; saber desenvolver, organizar e sequenciar o conhecimento escolar desejável; saber planejar um programa de atividades válido para o tratamento de problemas interessantes para os alunos e com potencialidade para a aprendizagem; saber dirigir o processo de aprendizagem dos alunos; saber favorecer o processo de aprendizagem por investigação; saber o que e como avaliar o processo de ensino e aprendizagem; conhecer as influências da escola no desenvolvimento de propostas pedagógicas (PORLÁN; RIVERO, 1998; GARCÍA-PÉREZ, 2006).

O saber curricular é outro eixo orientador do conhecimento prático-profissional, que se integra com outros em busca de um saber para a ação. Essa integração possibilita o desenvolvimento do saber da experiência, por meio de estudos de caso (Figura 18) (PORLÁN; RIVERO, 1998; GARCÍA-PÉREZ, 2006).

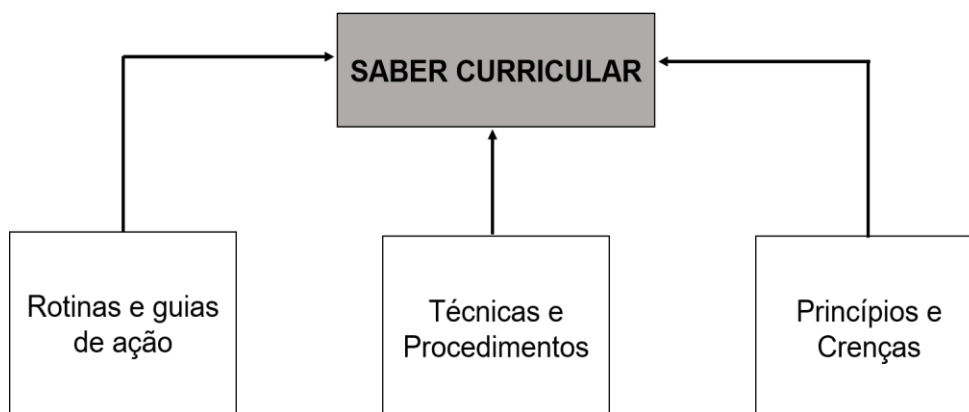


Figura 18. Processo de integração da experiência profissional.

Fonte: traduzido e adaptado de Porlán e Rivero (1998, p. 86).

Como discutido até este ponto do texto, o conhecimento profissional desejável apresenta componentes implícitas, elaboradas de forma não reflexiva e natural. Assim, a construção desse deve partir da experiência prática do professor e, para que isso aconteça, os saberes metadisciplinares, disciplinares básicos e baseados na experiência devem ser desenvolvidos de forma articulada entre si a partir de problemas práticos-profissionais significativos (Figura 19) (RIVERO; PORLÁN, 2004).

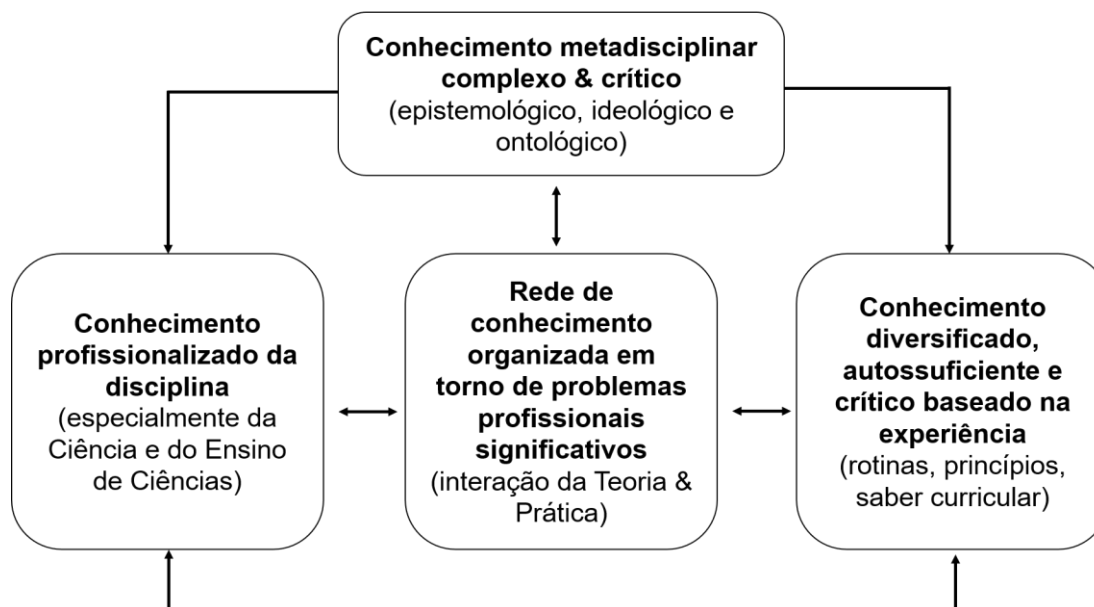


Figura 19. Componentes do conhecimento profissional desejável.

Fonte: traduzido e adaptado de Rivero e Porlán (2004, p. 1226).

Em relação a essa construção do conhecimento prático-profissional do professor em torno de problemas advindos da prática real, Rivero e Porlán (2004, p. 1226, tradução livre<sup>27</sup>) exemplificam que uma intervenção pode ser planejada “[...] com conteúdos retirados das disciplinas científicas, da Didática das Ciências, da nossa experiência ou de outros, e assim por diante. Assim, será formulado um conhecimento que é realmente prático, bem argumentado e útil para a nossa profissão”.

Conforme apresentado na Figura 20, Porlán e Rivero (1998, p. 87, tradução livre<sup>28</sup>) defendem que: “[...] o conhecimento metadisciplinar, o conhecimento oriundo da didática específica e o conhecimento curricular constituem por si só integrações parciais que facilitam [...] processos de integração de nível superior”. A formação do conhecimento prático-profissional, portanto, apresenta contribuições dessa interação.

<sup>27</sup> [...] with content taken from the scientific disciplines, from the didactic of the sciences, from our own or others' experience, and so on. In this way, one will formulate knowledge that is really practical, well argued, and useful for our profession.

<sup>28</sup> [...] los saberes metadisciplinarios, los saberes procedentes de las Didácticas Específicas y los saberes curriculares constituyen ya por sí mismos integraciones parciales que [...] facilitan procesos de integración de nivel superior.

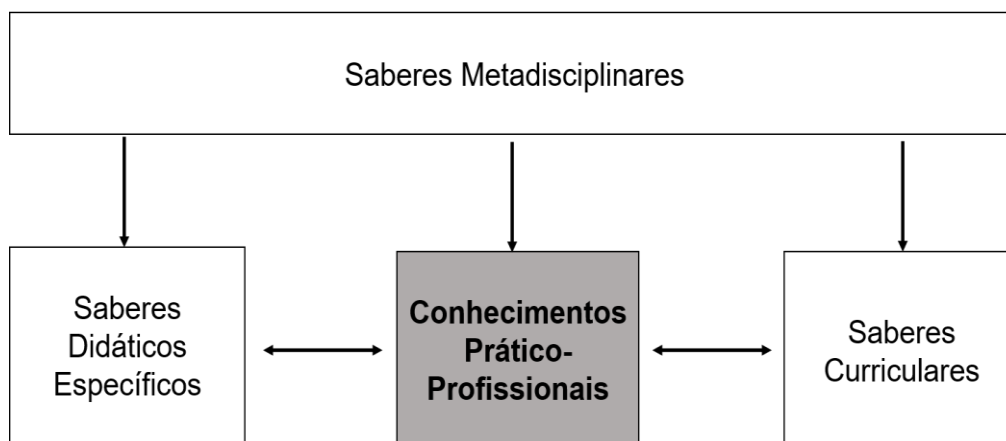


Figura 20. Processo de integração e transformação de nível superior na formação do conhecimento prático-profissional.

Fonte: traduzido e adaptado de Porlán e Rivero (1998, p. 87).

Fundamentados na componente prática indispensável para o conhecimento profissional desejável, Solís e Porlán (2017) advogam que esse conhecimento deve ser constituído de “teorias práticas”. O termo foi desenvolvido pelos autores para evidenciar a necessidade de unir coerência teórica e funcionalidade prática. Assim, como demonstrado na Figura 21, o conhecimento prático-profissional é um mediador entre o conhecimento teórico do professor e suas ações profissionais (PORLÁN; GARCÍA; DEL POZO, 1997).

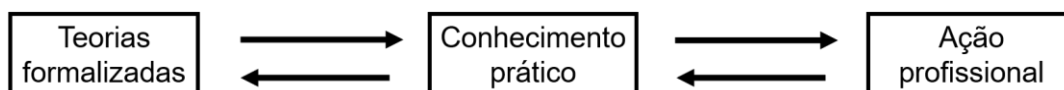


Figura 21. Conhecimento prático como mediador entre teoria e prática.

Fonte: traduzido e adaptado de Porlán, García e Del Pozo (1997, p.160).

A integração e transformação de problemas práticos-profissionais, realizadas por meio de reflexões fundamentadas em saberes formalizados e experiências, geram as teorias práticas (Figura 22). Dessa interação, surge uma organização do conhecimento profissional na forma de esquemas significativos e teorias práticas fundamentais, que têm um caráter tentativo, processual e contínuo.





Solís e Porlán (2017, p. 113, tradução livre<sup>29</sup>) sintetizam o esquema da Figura 23 afirmando que o conhecimento profissional desejável deve “[...] basear-se em teorias práticas construídas na integração de saberes teóricos e boas experiências, na forma de princípios didáticos e rotinas alternativas, na perspectiva da construção de um modelo didático pessoal fundamentado e funcional”.

Um ponto fundamental a ser discutido, apresentado no excerto acima, é o conceito de modelo didático. O modelo didático pode ser definido como uma forma de entender como funcionam, e como deveriam funcionar, os sistemas didáticos. Sistemas didáticos surgem das interações que ocorrem quando se tenta articular elementos como metodologia, conteúdos, objetivos educacionais, contexto e avaliação (GARCÍA-PEREZ; PORLÁN, 2017). Na Figura 24 é apresentado um exemplo de interações entre elementos de um sistema didático.

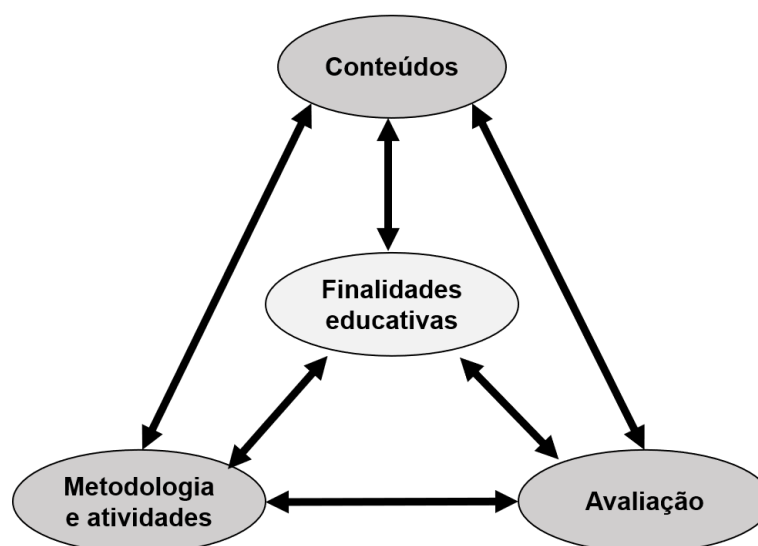


Figura 24. Interações entre elementos do sistema didático.

Fonte: traduzido de García-Perez e Porlán (2017, p. 263).

Para García-Perez e Porlán (2017), na prática, pode-se diferenciar 2 tipos de modelos didáticos: o formalizado e o pessoal. O modelo didático formalizado apresenta referenciais teóricos bem definidos e coerentes. Já o modelo didático pessoal, apesar de guardar algumas semelhanças com o formalizado, é considerado fragmentário e contraditório. Essa contradição ocorre devido ao fato de os modelos

<sup>29</sup> [...] basarse en teorías prácticas construidas en la integración de los saberes teóricos y las buenas experiencias, en forma de principios didácticos y rutinas alternativas, en la perspectiva de construir un modelo didáctico personal fundamentado y funcional.

didáticos pessoais serem, geralmente, não conscientes e pouco argumentados (GARCÍA-PÉREZ; PORLÁN, 2017).

Em síntese, para Porlán, Rivero e Del Pozo (1997), o conhecimento profissional desejado apresenta 4 características fundamentais:

I) *é um conhecimento prático*: é um conhecimento mediador que une as teorias formalizadas com a ação profissional fundamentada;

II) *é um conhecimento integrador e profissionalizado*: se desenvolve por meio de problemas práticos-profissionais e para resolvê-los deve integrar o saber acadêmico, os princípios e crenças, as teorias implícitas e as rotinas e guias de ação;

III) *é um conhecimento complexo*: pois considera a complexidade e singularidade das situações enfrentadas em sala e de aula e, portanto, não apresenta um conjunto rígido de técnicas didáticas definidas *a priori*;

IV) *é um conhecimento tentativo, evolutivo e processual*: tem como ponto de partida as concepções e obstáculos enfrentados pelo sujeito e evolui por meio do enfrentamento de problemas prático-profissionais, que envolve experimentação, construção e reconstrução de significados de forma individual e coletiva.

Tendo-se discutido a dicotomia conhecimento profissional dominante e conhecimento profissional desejável, a próxima seção apresenta as principais diretrizes apresentadas pela *Red IRES* para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável.

### **2.1.5 A organização do conhecimento profissional desejável**

As teorias práticas que constituem o conhecimento profissional desejável, na compreensão da *Red IRES*, devem se articular em 3 níveis de concretização: A) os metaconhecimentos profissionais; B) o modelo didático de referência; e C) os âmbitos da investigação profissional (PORLÁN; RIVERO, 1998; GARCÍA-PÉREZ, 2006).

A) os metaconhecimentos profissionais: é o 1º nível importante para organização do conhecimento profissional, pois se constituem em uma série de ideias e pensamentos (envolvem conceitos, procedimentos e valores) que permitem relacionar diferentes conteúdos formativos e reinterpretá-los (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Esse tipo de conhecimento pode ser entendido por meio de 3 perspectivas: I) sistêmica e complexa: que fornece uma estrutura conceitual única para descrever,

entender e explicar as situações da realidade, para entender o funcionamento da aula, para conceber o currículo e para analisar as ideias dos alunos e dos professores; *II*) construtivista e investigativa: que está fundamentado em procedimentos gerais (formulação de problemas, tomada de consciência das próprias concepções, aplicação de novos conhecimentos, reorganização de ideias prévias, entre outras). O conhecimento é construído em uma trama de problemas e questões relevantes que são relacionadas por fatores internos da pessoa ou da comunidade (crenças, interesses *etc.*) e fatores externos (experiências diferentes, contexto social *etc.*); *III*) crítica da educação na sociedade: que está relacionada a valores, como autonomia, respeito à diversidade, entre outros (PORLÁN; RIVERO, 1998; GARCÍA-PÉREZ, 2006).

Assim, os metacconhecimentos profissionais podem ser entendidos como uma componente do conhecimento profissional desejável, em seu nível mais avançado de formulação, e como um meio para avançar em relação ao conhecimento profissional dominante (PORLÁN; RIVERO, 1998).

B) modelo didático de referência: é o 2º nível de organização do conhecimento prático-profissional, que se reconstrói e evolui de forma permanente. Para García-Pérez (2000, p. 2, tradução livre<sup>30</sup>), modelo didático pode ser definido como um “[...] potente instrumento de análise e intervenção na realidade educativa, por sua capacidade para relacionar a reflexão teórica com a intervenção prática”.

Já para Porlán e Rivero (1998, p. 89, tradução livre<sup>31</sup>), o modelo didático de referência pode ser entendido como: “[...] um quadro de referência básico, no qual se pretende recolher os problemas práticos mais relevantes (autênticos objetivos de estudo para o saber profissional), as respectivas estruturas conceituais, bem como as interações entre eles”.

O modelo didático do professor se apresenta, na prática cotidiana, como guia que orienta todas as ações educativas em sala de aula. Sua construção está atrelada a concepções individuais que têm várias origens, a se citar: epistemológicas e ideológicas, acerca do desenvolvimento profissional, sobre a aprendizagem e

---

<sup>30</sup> [...] un potente instrumento de análisis e intervención en la realidad educativa, por su capacidad para relacionar la reflexión teórica y la intervención práctica.

<sup>31</sup> [...] una trama básica de referencia, en la que pretendemos recoger los problemas prácticos más relevantes (auténticos objetivos de estudio para el conocimiento profesional), sus respectivos auras conceptuales, así como las interacciones entre ellos.

relações sociais, sobre os conteúdos escolares, entre outras (PORLÁN; MARTÍN, 1996).

Os autores defendem a utilização de um modelo didático, considerado alternativo, intitulado de *Modelo de Investigación en la Escuela*, o qual foi desenvolvido com base nas pesquisas realizadas no *Proyecto IRES* (GARCÍA-PÉREZ, 2000). Nas palavras de Porlán e Riveiro (1998, p. 90, tradução livre<sup>32</sup>), o *Modelo de Investigación en la Escuela*:

[...] contém um conjunto articulado de conteúdos, princípios e esquemas de ação, que tratam de responder de forma fundamentada aos problemas relacionados com os objetivos da educação, a natureza do conteúdo escolar, a metodologia, a avaliação etc. A ideia é formular os conteúdos do currículo escolar em torno de problemas, considerando as ideias dos alunos como hipóteses de trabalho, organizando a aula por equipes de investigação, promovendo atividades que desafiem essas ideias etc.

Como o próprio nome sugere, o modelo centra suas ações no “princípio da investigação”, que deve nortear a aprendizagem ativa dos alunos, a formação dos professores em sua própria sala de aula e a construção do conhecimento didático, por meio de uma vertente de intervenção fundamentada na teoria e na ação. O propósito é desenvolver o conhecimento escolar e profissional desejável por meio da investigação escolar de problemas relevantes e das estratégias didáticas mais adequadas para resolvê-los (GARCÍA-PÉREZ, 2000).

Pode-se dizer, ainda, que o *Modelo de Investigación en la Escuela* está atrelado a uma perspectiva construtivista e evolutiva do conhecimento, complexa e sistêmica do mundo e da realidade escolar, e crítica da educação na sociedade (GARCÍA-PÉREZ, 2006). Em uma vertente mais intervencionista e descritiva, o *Modelo de Investigación en la Escuela* busca investigar os problemas básicos do

---

<sup>32</sup> [...] contiene un conjunto articulado de contenidos, principios y esquemas de acción que tratan de responder con fundamento a los problemas relacionados con los fines de la educación, la naturaleza de los contenidos escolares, la metodología, la evaluación, etc. La idea de formular los contenidos del currículum escolar en torno a problemas, el considerar las ideas de los alumnos como hipótesis de trabajo, la organización de la clase por equipos de investigación, el promover actividades que pongan en cuestión dichas ideas, etc.

ensino e da aprendizagem, que, segundo García-Pérez e Porlán (2000, p. 4, tradução livre<sup>33</sup>), são:

Em relação ao currículo do aluno:

Qual é o conhecimento (ou a cultura) escolar desejável?

Como se pode impulsionar a investigação escolar que favoreça a construção significativa desse conhecimento?

Como se pode utilizar a informação acerca do processo de investigação escolar para regulá-lo?

Em relação ao currículo (desenvolvimento profissional) dos professores:

Qual é o conhecimento (ou a cultura) profissional desejável?

Como se pode impulsionar o desenvolvimento de equipas de professores reflexivos, críticos e investigativos?

Como se pode obter e utilizar informações acerca do processo de desenvolvimento dos professores para regulá-los?

Para Porlán e Martín (1996, p. 13, tradução livre<sup>34</sup>), o modelo está centrado nos seguintes princípios didáticos:

- A) a investigação dos alunos como processo de construção de normas, atitudes, habilidades e conhecimentos em sala de aula;
- B) a pesquisa docente como forma de promover a prática reflexiva e o desenvolvimento profissional contínuo;
- C) o carácter processual, aberto e experimental dos currículos, como forma de estabelecer um equilíbrio adequado entre o planeamento e a evolução do ensino.

Todas as características do *Modelo de Investigación em la Escuela*, descritas até o momento, estão sumarizadas na Figura 25.

---

<sup>33</sup> En relación con el currículum del alumno: ¿Cuál es el conocimiento (la cultura) escolar deseable? ¿Cómo se puede impulsar una investigación escolar que favorezca la construcción significativa de ese conocimiento? ¿Cómo se puede obtener y utilizar información acerca del proceso de investigación escolar para arreglarlo?

En relación con el currículum (desarrollo profesional) de los profesores: ¿Cuál es el conocimiento (o la cultura) profesional deseable? ¿Cómo se puede impulsar el desarrollo de equipos de profesionales reflexivos, críticos e investigadores? ¿Cómo se puede obtener y utilizar información acerca del proceso de desarrollo de los profesores para arreglarlo?

<sup>34</sup> A) la investigación de los alumnos como proceso de construcción de normas, actitudes, destrezas y conocimientos en el aula.

B) la investigación de los profesores como forma de propiciar una práctica reflexiva y un desarrollo profesional permanente.

C) El carácter procesual, abierto y experimental de los currículos, como forma de establecer un equilibrio adecuado entre planificación y evolución de la enseñanza.

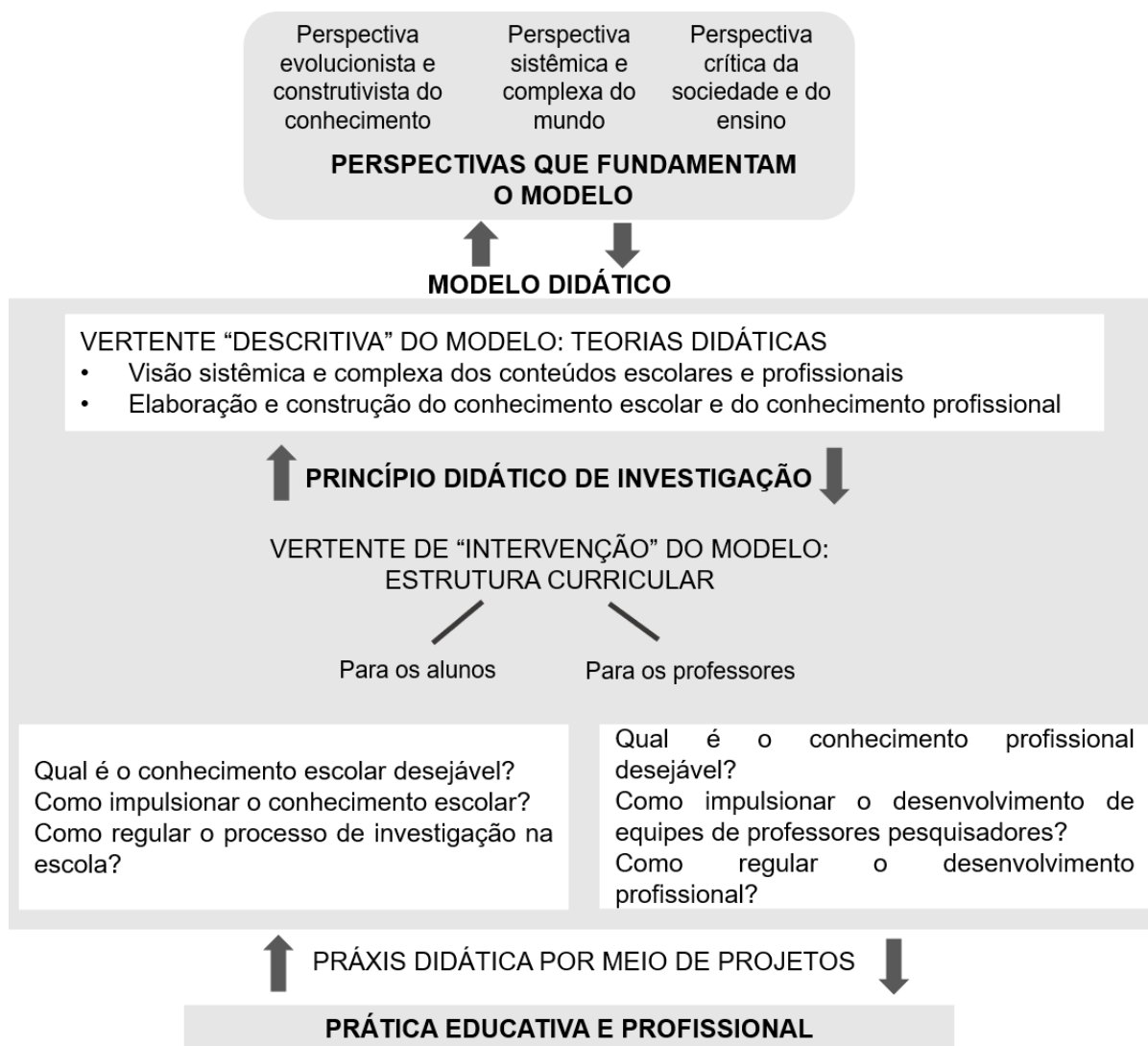


Figura 25. *Modelo de Investigación en la Escuela*.

Fonte: traduzido de García-Pérez (2000, p. 6).

Em relação à formação de professores, pode-se dizer que o *Modelo de Investigación en la Escuela* tem como princípio fundamental a ideia do professor investigador. Nesse sentido, um professor apto para a investigação, segundo Porlán e Rivero (1998), deve: I) ter consciência de seu modelo didático pessoal; II) ser crítico em relação a sua prática; III) balizar suas concepções e experiências com as de outros profissionais e com a literatura; IV) colocar em prática hipóteses de intervenção em sala de aula, teoricamente fundamentadas, e estabelecer um procedimento rigoroso para avaliá-las; V) relacionar os resultados da experiência com as hipóteses iniciais e com o modelo didático pessoal. Essas reflexões devem ser compartilhadas com outros professores, sendo estabelecidas novas proposições para melhorar a hipótese inicial.

Para Rivero e colaboradores (2017), o *Modelo de Investigación en la Escuela* apresenta concepções curriculares de fundo, que estão resumidas no Quadro 3.

Quadro 3. Concepções curriculares no *Modelo de Investigación en la Escuela*.

| Elemento Curricular      | Concepções                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Finalidades</i>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Complexidade e enriquecimento progressivo dos modelos explicativos da realidade dos estudantes.</li> <li>- Tendência a fomentar uma participação responsável na realidade.</li> </ul>                                                                                                                  |
| <i>Conteúdos</i>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecimento escolar que integra saberes (disciplinares, cotidianos, ambientais, etc.).</li> <li>- A construção do conhecimento escolar se realiza de forma progressiva e evolutiva.</li> <li>- Se trabalha em torno de problemas com equilíbrio entre conceitos, procedimentos e atitudes.</li> </ul> |
| <i>Ideias dos alunos</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se considera os esquemas alternativos dos alunos, tanto no que se refere ao conhecimento que se pretende ensinar como em relação com a construção desse conhecimento.</li> </ul>                                                                                                                       |
| <i>Metodologia</i>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodologia baseada na investigação dos alunos.</li> <li>- A sequência das atividades é determinada pelo próprio problema.</li> <li>- O professor como coordenador e facilitador dos processos de investigação em sala de aula (tanto do aluno como do próprio processo).</li> </ul>                   |
| <i>Avaliação</i>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se analisa a evolução do aluno, do professor e do trabalho em conjunto.</li> <li>- Serve como elemento regulador do processo de ensino e aprendizagem.</li> <li>- Reformulação do trabalho da aula.</li> <li>- Diversidade de ferramentas de monitoração.</li> </ul>                                   |

Fonte: traduzido e adaptado de Rivero e colaboradores (2017, p. 101).

C) os âmbitos de investigação profissional: é um nível de concretização voltado para resolver problemas imediatos e específicos, relacionados a condicionantes do contexto real de atuação do professor. A resolução desses problemas exige a articulação de saberes que vão além da experiência (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Nas palavras de García-Pérez (2006, p. 288, tradução livre<sup>35</sup>), os âmbitos da investigação profissional podem ser entendidos como:

<sup>35</sup> [...]conjuntos de problemas interrelacionados, relevantes para movilizar las concepciones (y las prácticas) de los futuros profesores, contrastarlas con otras informaciones y permitir la construcción relevante de la práctica profesional, la investigación en torno a ellos permite la organización, construcción y desarrollo del saber docente

[...] conjuntos de problemas inter-relacionados, relevantes para mobilizar as concepções (e práticas) dos futuros professores, contrastá-los com outras informações e permitir a construção relevante da prática profissional, a pesquisa em torno deles permite a organização, construção e desenvolvimento do conhecimento docente.

No Quadro 4 apresentam-se alguns exemplos de problemas oriundo do âmbito da investigação profissional e os subproblemas a eles atrelados, segundo Porlán e Rivero (1998).

Quadro 4. Os âmbitos de investigação profissional.

| Problemas                                                | Subproblemas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quais devem ser os objetivos do ensino?                  | Que modelo pessoal, socioambiental e cultural se pretende favorecer com essas finalidades? Que modelo de escola é coerente com os objetivos do ensino? Qual o papel das diferentes etapas, áreas e disciplinas legalmente estabelecidas para o alcance desses objetivos? Qual o papel que eles deveriam desempenhar? Qual nível de autonomia é atribuído ao professor? <i>Etc.</i>                                                                                             |
| Qual é a natureza dos conteúdos escolares?               | Que relação mantém com os conhecimentos cotidianos e disciplinares? Que modelos de formulação dos conteúdos existem? Como planejar? Que relações há entre os conhecimentos, problemas e os interesses? Que tipos de conteúdos existem? Que relação há entre conceitos, procedimentos e atitudes? O que devemos ensinar sobre um tópico? Que critérios devem ser seguidos para tomar decisões sobre os conteúdos? <i>Etc.</i>                                                   |
| Que características apresentam as concepções dos alunos? | Qual é o seu papel no processo de aprendizagem? Como podem ser conhecidos, categorizados e analisados? Quais instrumentos e técnicas facilitam seu estudo? O que os estudos sobre as concepções dos alunos contribuem para o ensino? Que modelos gerais ou visões de mundo permitem organizar essas concepções em ordem de complexidade crescente? Que tipos de obstáculos e dificuldades de aprendizagem podem ser inferidos no estudo das concepções dos alunos? <i>Etc.</i> |
| O que sabemos sobre os tópicos do currículo dos alunos?  | Em que medida o que sabemos serve para ensinar? O que deveríamos saber? Sempre se soube a mesma coisa sobre esse assunto? Há evoluções sobre as ideias acerca dos conteúdos? Em que contexto? Que dificuldades temos que superar? <i>Etc.</i>                                                                                                                                                                                                                                  |



|                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Como se pode favorecer a evolução significativa e relevante das concepções dos alunos? | Como formular uma hipótese realista dos conteúdos escolares que tenha em conta o ponto de partida dos alunos, suas ideias, expectativas e interesses potenciais? Que hipóteses de progressão se deve estabelecer para superar as possíveis dificuldades de aprendizagem e como desenvolvê-la? Que atividades e em que sequência podem favorecer a mudança e a evolução significativa das ideias dos alunos? Que momentos metodológicos existem e em que se baseiam? Como organizar um plano de atividades aberto e flexível que se adapte à dinâmica natural da aula? <i>Etc.</i> |
| Como avaliar rigorosamente?                                                            | O que se deve avaliar? Que dados devem ser coletados e como deve ser feito para se obter informações sobre a evolução dos alunos? Que modelos de evolução existem e em que se fundamentam? Qual papel os alunos e professores devem desempenhar no processo de avaliação e tomada de decisão? Em que medida a avaliação nos permite testar nossas hipóteses curriculares e, a longo prazo, nosso conhecimento prático-profissional? <i>Etc.</i>                                                                                                                                   |
| Como planejar e desenvolver uma unidade didática?                                      | Como estabelecer relações significativas e coerentes entre o que é, e como é a evolução? Que modelos de planejamento de unidades didáticas existem e em que se fundamentam? Como garantir que o desenvolvimento de uma unidade didática tenha sentido para o professor e para os alunos? <i>Etc.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Como planejar de forma coerente um curso completo?                                     | Que hipótese de progressão geral acerca da aprendizagem dos alunos se pode estabelecer, em que base e com quais critérios? Como selecionar e organizar os diferentes objetivos de estudo de forma coerente com essa hipótese? Que modelos de organização dos cursos existem e em que se fundamentam? Que momentos distintos ou fases podemos distinguir e com qual base de critérios? <i>Etc.</i>                                                                                                                                                                                 |
| Qual é meu modelo didático pessoal?                                                    | Quais são meus princípios didáticos? Que conhecimento os fundamentam? Que normas para a ação derivam deles? Que tipos de relações devem existir entre o modelo didático e sua atuação concreta? <i>Etc.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Fonte: construído a partir de Porlán e Rivero (1998, p. 91 - 92).

Em síntese, pode-se dizer que as 3 fontes do conhecimento profissional desejável (saberes disciplinares básicos, saberes metadisciplinas e saberes da experiência profissional) devem gerar teorias práticas por meio da articulação desses 3 níveis de concretização: os metaconhecimentos profissionais, o modelo didático de referência do professor e os âmbitos da investigação profissional (Figura 26). Essa articulação permite uma construção contínua e progressiva do conhecimento prático-profissional (PORLÁN; RIVERO, 1998).

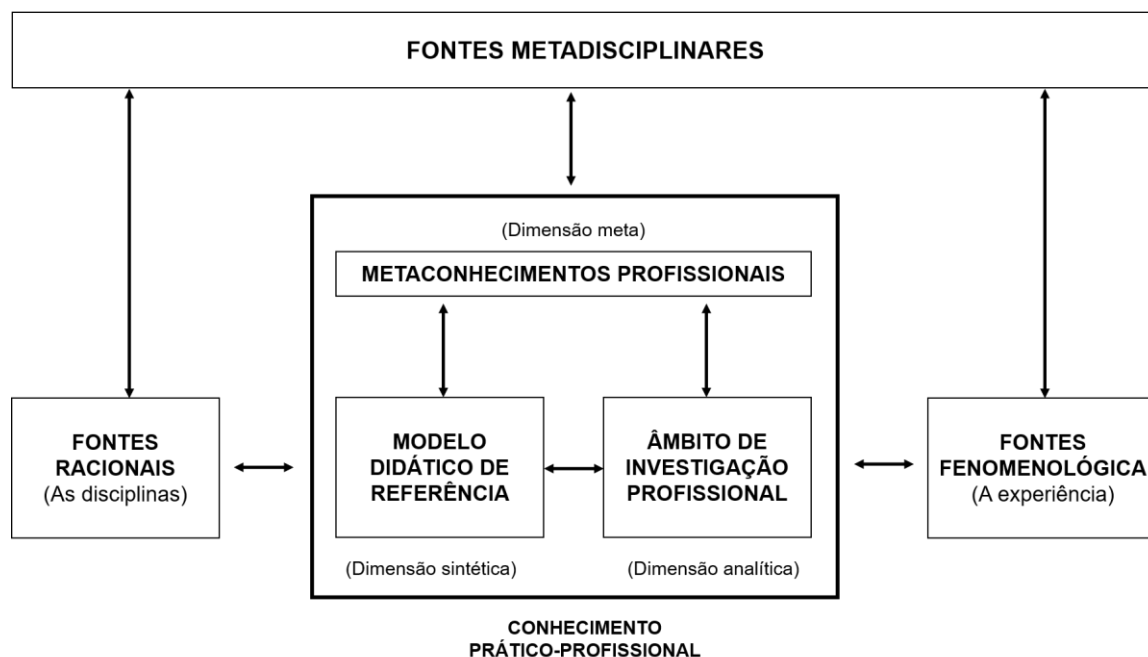


Figura 26. A organização do conhecimento profissional desejável.

Fonte: traduzido e adaptado de Porlán e Rivero (1998, p. 94).

Tendo-se discutido como é organizado o conhecimento profissional desejado, a próxima seção apresenta como esse conhecimento é construído.

### 2.1.6 A construção do conhecimento profissional desejável

Segundo Porlán e Rivero (1998, p. 93, tradução livre<sup>36</sup>), o conhecimento profissional desejável “[...] é um sistema de ideias com diferentes níveis de concretização e articulação. Apresenta uma dimensão dinâmica de caráter criativo, processual e relativo”. Assim, a construção do conhecimento profissional desejável se faz em diferentes níveis e está diretamente ligada a um processo de reorganização contínua e gradual, de tomada de consciência, de autocontrole e de superação relativa de diversos obstáculos.

O professor pode progredir de um conhecimento profissional dominante para um conhecimento profissional desejável e isso ocorre baseado no que os autores chamam de hipótese de progressão (PORLÁN; RIVERO, 1998). Essa progressão ocorre de forma gradual, contínua e com reformulações constantes, tendo como ponto central a prática real de sala de aula (GARCÍA-PÉREZ, 2006).

<sup>36</sup> [...] es un sistema de ideas con distintos niveles de concreción y articulación. Además, presenta una dimensión dinámica de carácter creativo, procesual y relativo.

Segundo a hipótese de progressão, o professor passa por 3 estágios diferentes em seu processo de desenvolvimento do conhecimento e da prática profissional:

I) o estado dominante: predomina uma perspectiva mais simplista e acrítica como ocorre, por exemplo, em modelos didáticos mais tradicionais (modelo de professores tradicionais) (PORLÁN; RIVERO, 1998; GARCÍA-PÉREZ, 2006);

II) o estado de transição: é um nível intermediário para alcançar o conhecimento profissional desejado (modelo de professor tecnicista e/ou espontaneísta) (PORLÁN; RIVERO, 1998; GARCÍA-PÉREZ, 2006);

III) o estado de referência: é o conhecimento profissional desejado, diretamente ligado a concepções construtivistas e investigativas.

Para passar de um nível para o outro o professor deve superar obstáculos associados (PORLÁN; RIVERO, 1998; GARCÍA-PÉREZ, 2006). Essas tendências-obstáculos a serem superados são:

I) fragmentação e dissociação entre teoria e prática e entre o explícito e o tácito: pode ser caracterizado por uma prática profissional pouco reflexiva e fundamentada na teoria e que toma algumas decisões fundamentada, exclusivamente, em evidências empíricas (PORLÁN; RIVERO; POZO, 1997);

II) tendência à simplificação e ao reducionismo: pode ser entendido como uma visão superficial do processo de ensino e aprendizagem, que não leva em conta fatores mais complexos como concepções e obstáculos dos estudantes, estrutura de poder na aula ou conduta adaptativa dos estudantes (PORLÁN; RIVERO; POZO, 1997);

III) favorecimento da conservação adaptativa em detrimento à evolução construtiva: a visão limitada e simplificada do processo de ensino e aprendizagem reforçam a ideia de se manter rotinas e guias de ação (necessidade de uma avaliação classificatória ou manter a sala em fileiras individuais para controle da indisciplina, por exemplo) que respondem bem a esse tipo de processo. O grande problema é que esse tipo de visão não contempla as necessidades de um processo de ensino e aprendizagem complexo, pautado no questionamento e na construção do conhecimento (PORLÁN; RIVERO; POZO, 1997);

IV) preferência pela uniformidade em relação à diversidade: todos os obstáculos anteriormente citados culminam nesse obstáculo que representa uma homogeneidade de certas concepções profissionais e de certos modelos didáticos.

Isso inibe a construção de modelos didáticos mais complexos pautados na teoria e na prática, deixando a educação e a profissão em um ponto estático que gera uma série de estereótipos sociais sobre ambas (PORLÁN; RIVERO; POZO, 1997).

Portanto, para alcançar o conhecimento profissional desejado deve-se utilizar 3 níveis de organização do conhecimento profissional: o conhecimento metadisciplinar, o modelo didático de referência e a área de investigação profissional (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Em relação aos conhecimentos metadisciplinares, o conhecimento profissional desejável, segundo Porlán e Rivero (1998, p. 156, tradução livre<sup>37</sup>), deve ser “[...] baseado em uma concepção complexa e relativa da realidade, em uma abordagem ideológica crítica e em uma perspectiva construtivista e evolutiva do conhecimento”.

O modelo didático de referência deve se desenvolver em uma perspectiva construtivista, utilizando o *Modelo de Investigación en la Escuela* (PORLÁN; RIVERO, 1998). Para desenvolver o melhor processo de formação para se alcançar o *Modelo de Investigación en la Escuela* (Figura 27), é importante que se identifique em que modelo de formação intermediário o professor se encontra (GARCÍA-PÉREZ, 2006).

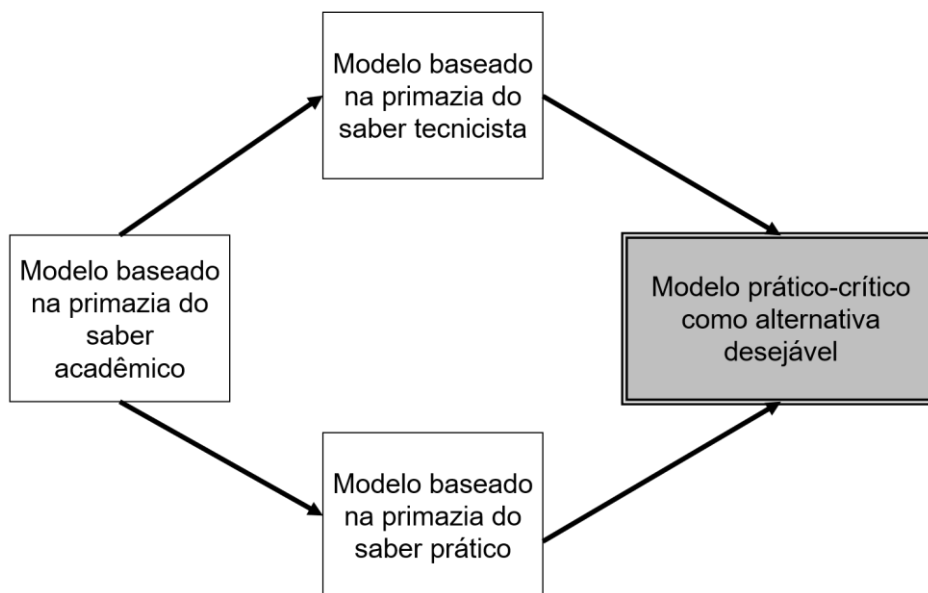


Figura 27. Grandes grupos de modelo de formação dos professores.

Fonte: traduzido e adaptado de García-Pérez (2006, p. 281).

<sup>37</sup> “[...]basada en una concepción compleja y relativa de la realidad, en un planteamiento ideológico crítico y en una perspectiva constructivista y evolutiva del conocimiento.

Para passar pelos 3 estágios relacionados à hipótese de progressão, Porlán e Rivero (1998) apresentam as transições necessárias em relação aos conteúdos escolares (Figura 28), o ensino na perspectiva do aluno (Figura 29), as atividades e os recursos didáticos (Figura 30) e em relação à avaliação (Figura 31).

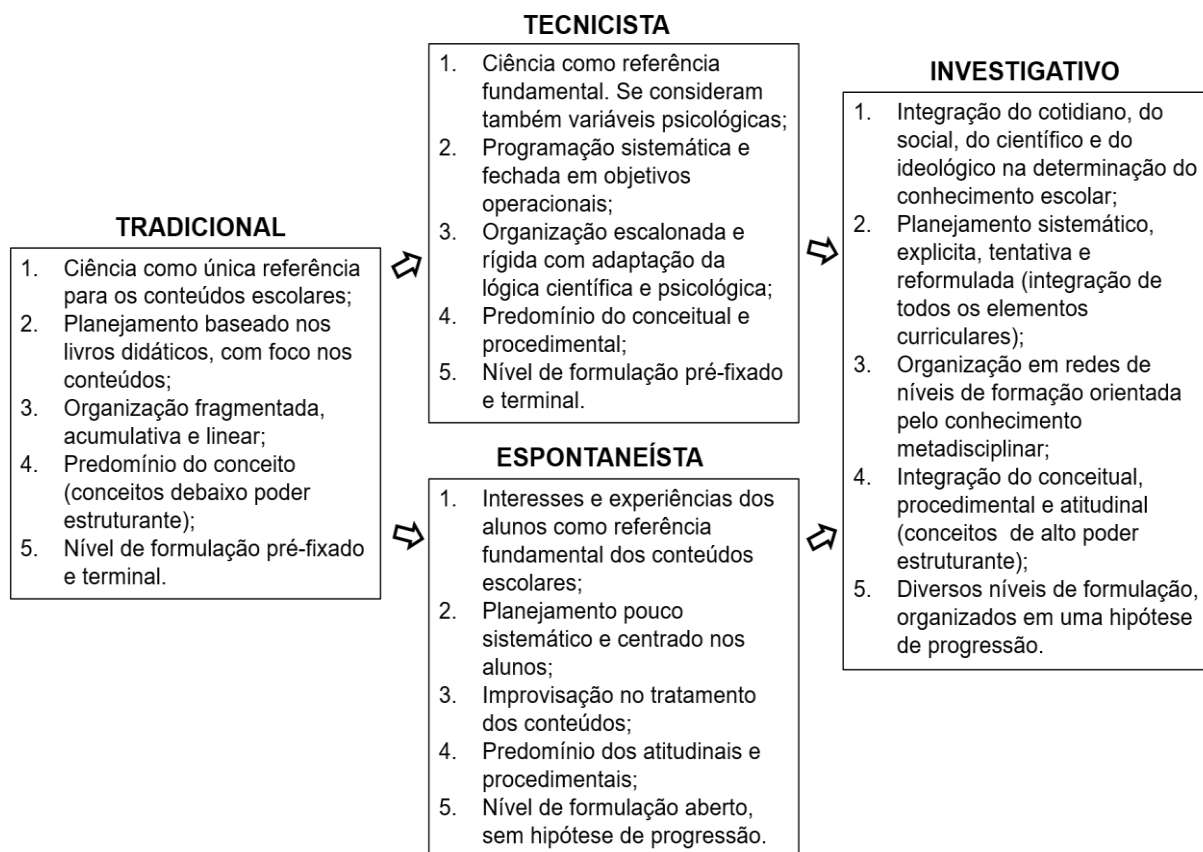


Figura 28. Transição proposta em relação aos conteúdos escolares.

Fonte: Adaptado e traduzido de Porlán e Rivero (1998, p. 158).

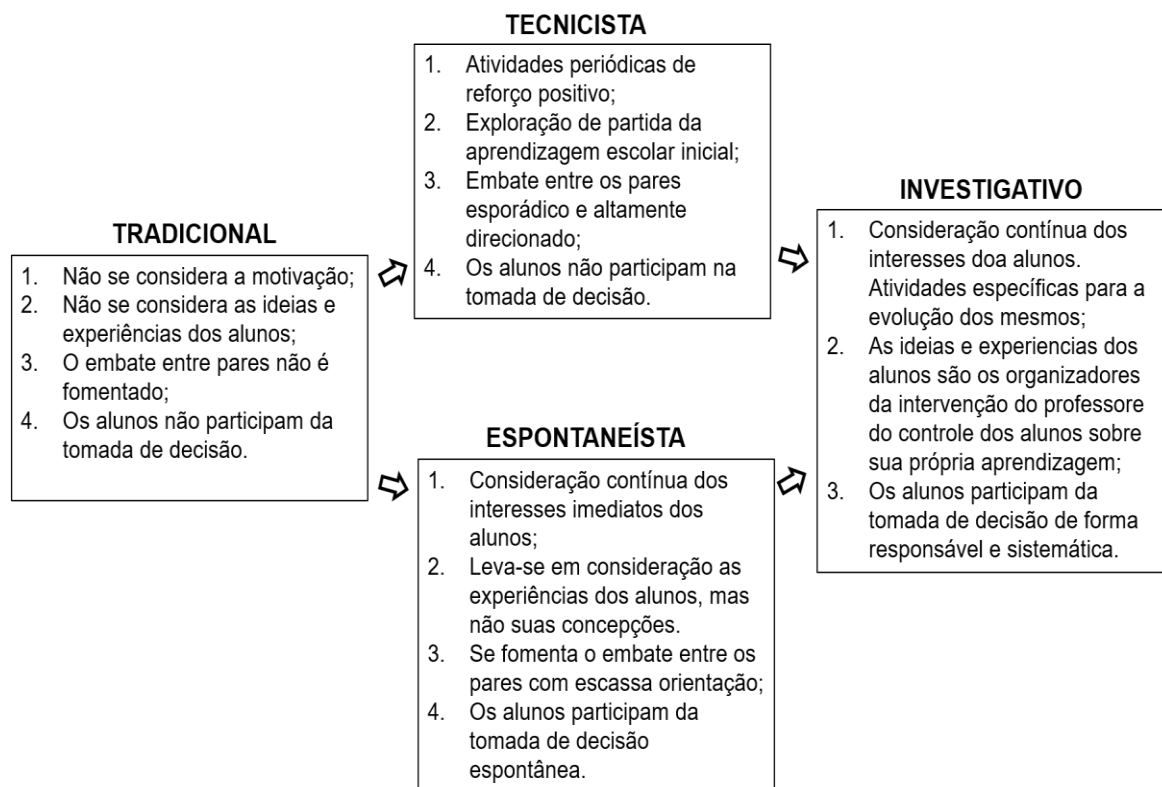


Figura 29. Transição proposta em relação ao uso didático da perspectiva dos alunos.

Fonte: Adaptado e traduzido de Porlán e Rivero (1998, p. 159).

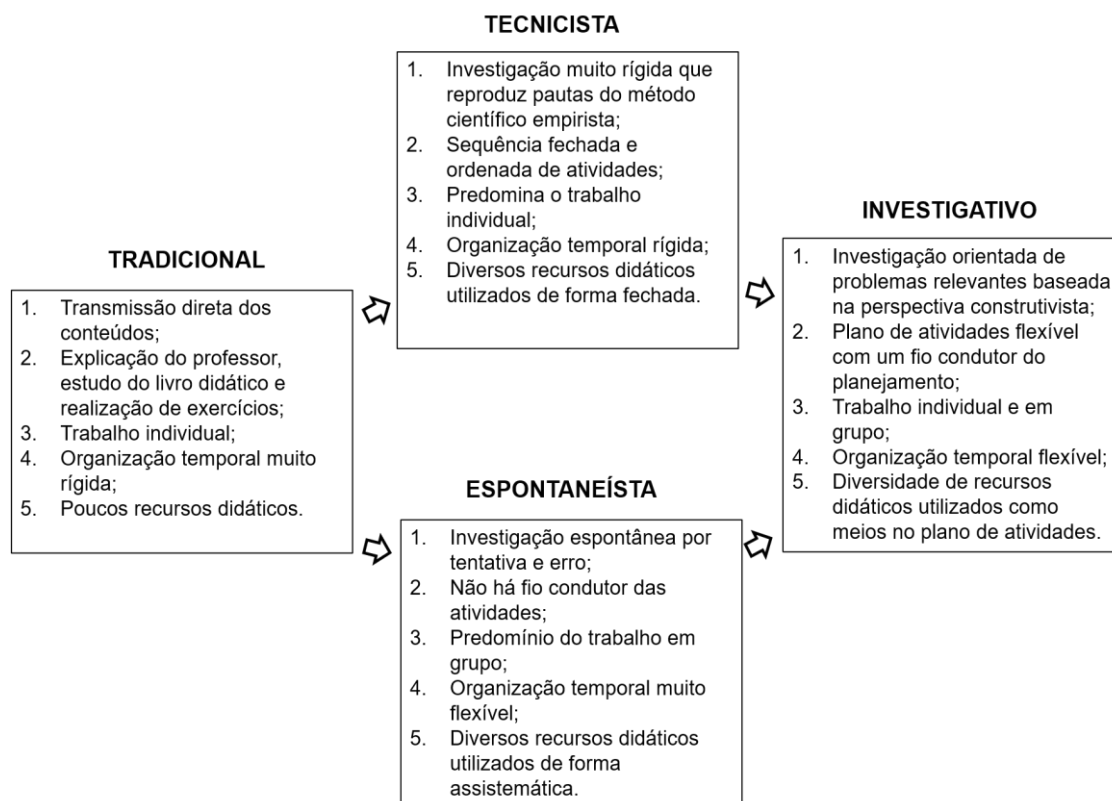


Figura 30. Transição proposta em relação às atividades e recursos didáticos.

Fonte: Adaptado e traduzido de Porlán e Rivero (1998, p. 159).

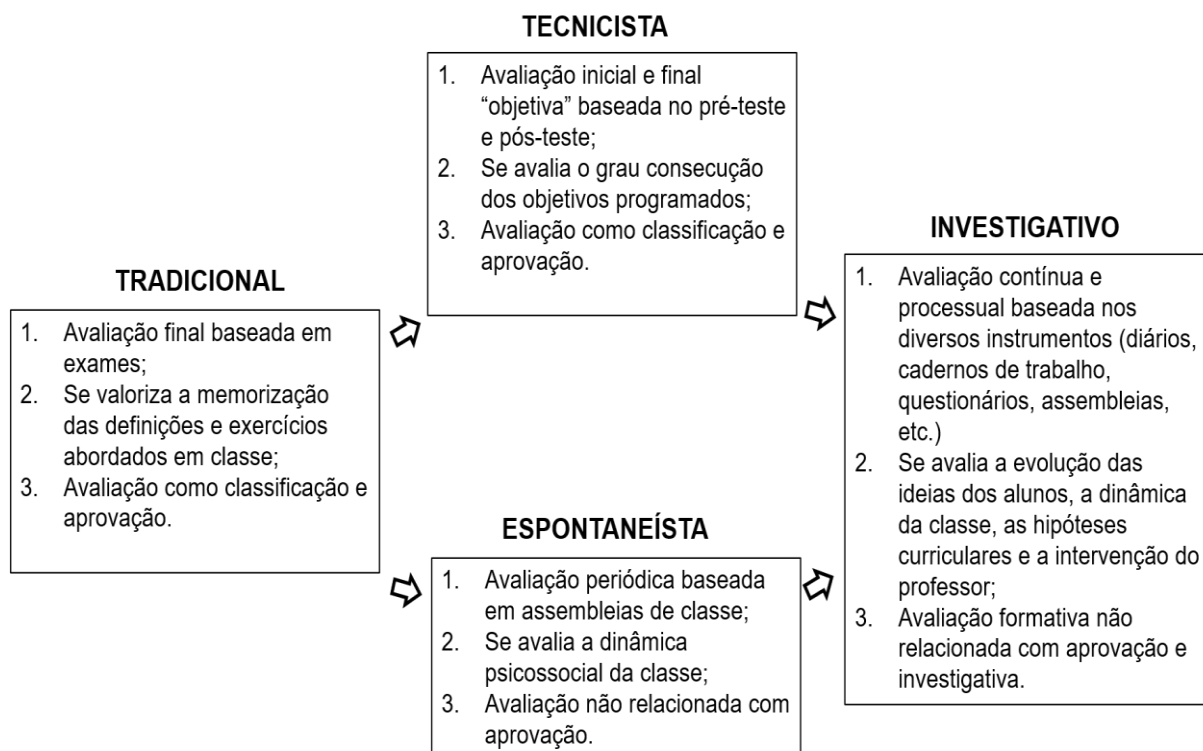


Figura 31. Transição proposta em relação à avaliação.

Fonte: Adaptado e traduzido de Porlán e Rivero (1998, p. 160).

Por fim, García-Pérez (2006) ressalta que a construção do conhecimento profissional desejável não pode ser entendida como um elemento isolado e independente de outros elementos da educação. Assim, a formação de professores deve levar em conta um triângulo de vínculos entre o desenvolvimento profissional, a inovação curricular e a investigação educativa reflexiva (Figura 5).

Até este ponto do texto foram discutidas as características do conhecimento profissional dominante e do conhecimento profissional desejável, como se organiza a construção desse conhecimento desejável e quais etapas devem ser percorridas para alcançá-lo. Na próxima seção são apresentados projetos concretos da *Red IRES* planejados para desenvolver o conhecimento profissional desejável.

### 2.1.7 Propostas da *Red IRES* para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável

Esta seção está subdividida em 2 partes. A 1ª subseção apresenta um projeto de desenvolvimento do conhecimento profissional desejável com professores da educação secundária em formação inicial e continuada. A 2ª apresenta um projeto de

desenvolvimento desse conhecimento profissional desejável em professores de nível superior.

#### **2.1.6.1 O curso “*Concepciones de los Alumnos e Innovación Curricular*”**

Porlán, Rivero e Solís (2011) apresentam como alternativa para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável o curso *Concepciones de los Alumnos e Innovación Curricular* (CAIC). O CAIC foi desenvolvido seguindo os princípios teórico-metodológicos da proposta de formação de professores intitulada de *Formación de Profesores para Investigar la Práctica* (FOPIP).

Segundo Delord e colaboradores (2020, p. 119, tradução livre<sup>38</sup>), as ações desenvolvidas no FOPIP têm como ponto central a sala de aula e parte do pressuposto de que:

[...] a mudança docente não é apenas uma questão individual, mas também coletiva e institucional, pois tem a ver com a responsabilidade social de alcançar uma aprendizagem de qualidade para os alunos e uma formação de excelência para alunos, graduados e futuros profissionais.

As pesquisas realizadas no FOPIP estão fundamentadas em 3 problemas educacionais centrais: I) o estudo das concepções didáticas e epistemológicas dos professores; II) a caracterização do conhecimento prático-profissional; III) o desenvolvimento de propostas de formação direcionadas para o desenvolvimento do conhecimento prático-profissional (PORLÁN *et al.*, 2011).

O curso CAIC tem duração de 12 semanas e é destinado para professores da educação secundária em formação inicial ou continuada. Os docentes devem desenvolver atividades e documentos, autorais, para serem aplicados em sala de aula (PORLÁN; RIVERO; SOLÍS, 2011).

O curso se desenvolve em uma sequência de etapas que estão centradas em 3 grandes problemas práticos-profissionais, sendo eles: I) quais as concepções apresentadas pelos alunos? II) qual conteúdo deve ser ensinado? III) qual plano de

---

<sup>38</sup> [...] el cambio docente no es solo un asunto individual sino también colectivo e institucional, pues tiene que ver con la responsabilidad social de lograr un aprendizaje de calidad de los estudiantes y una formación excelente y comprometida de los egresados y futuros profesionales.



atividades será desenvolvido? (PORLÁN; RIVERO; SOLÍS, 2011). Todas as atividades das 3 etapas do CAIC estão sumarizadas no Quadro 5.

Quadro 5. Atividades desenvolvidas no curso CAIC, de acordo com os problemas práticos-profissionais sugeridos.

| Problemas prático-profissionais                | Etapas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quais as concepções apresentadas pelos alunos? | <p><u>Atividade 0. Introdução:</u> 1. Apresentação. Consolidação de equipe. Seleção de um tema. 2. Consiga 10 alunos do ensino fundamental por pessoa para que pesquise suas ideias.</p> <p><u>Atividade 1. Primeira versão do questionário:</u> 1. Após reflexão individual, as equipes elaboram um questionário para conhecer as ideias dos alunos sobre o tema escolhido, indicando a lógica utilizada. 2. Comece a partir da apresentação de 2 casos. As equipes melhoram seus questionários.</p> <p><u>Atividade 2. Contribuições da investigação didática:</u> 1. Apresentação de exemplos de questionários e ideias dos alunos sobre vários fenômenos (estrutura da matéria, conceito de vida, digestão ...). Análise de grandes grupos. As equipes melhoram seus questionários. 2. Leitura individual de textos sobre ideias e aprendizagens dos alunos. Discussão em equipe sobre mudanças a serem feitas no questionário após a leitura. Debate geral sobre a leitura. 2. Responder ao roteiro em equipe: Como fazer um questionário? (Anexo 1).</p> <p><u>Atividade 3. Preparar e administrar o questionário final:</u> 1. Preparar a versão final em equipe, indicando a lógica utilizada. Compare a primeira e a última versão do questionário. Meta-reflexão sobre o processo de mudança. 2. Comece a partir da apresentação de 2 casos. 3. Conclusões sobre instrumentos para detectar ideias dos alunos. 4. Administre o questionário.</p> <p><u>Atividade 4. Estudo piloto:</u> 1. As equipes decidem sobre uma primeira versão do método de análise e a aplicam a 10 questionários. 2. Comece a partir da apresentação de 2 casos. 2. Método de análise da revisão das equipes.</p> <p><u>Atividade 5. Contribuições da pesquisa didática:</u> 1. Responder individualmente a um questionário sobre um conteúdo concreto. 2. Com uma equipe, classifique as ideias dos alunos sobre o mesmo conteúdo por níveis de complexidade. Descreva os obstáculos entre os níveis. 3. Faça o mesmo com suas respostas ao questionário anterior. Compare as respostas dos alunos com as suas. Debate sobre a escola e as ideias espontâneas, nível de formulação, obstáculos ... 4. Apresentação de exemplos de análise de ideias dos alunos. Discussão em grande grupo. As equipes melhoram seu método. 5. Responda em equipe ao questionário: Como analisar as ideias dos alunos? (Anexo 2).</p> <p><u>Atividade 6. Estudo completo:</u> 1. As equipes decidem e aplicam a versão definitiva do método a toda a amostra. 2. Comece com dados em comum a partir da apresentação de duas equipes sobre a análise e os resultados que estão obtendo. O método de análise é revisado. 3. Reflexão metacognitiva sobre a metodologia de análise. Resultados e consequências didáticas.</p> |

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Qual conteúdo deve ser ensinado?            | <p><u>Atividade 7. Primeira proposta:</u> 1. Após reflexão individual e tendo em conta os resultados anteriores, elaborem em equipe uma proposta de conteúdo para o tema escolhido. 2. Agrupamento de 2 casos. Conteúdo melhorado.</p> <p><u>Atividade 8. Contribuições da pesquisa didática:</u> 1. Apresentação de exemplos de conteúdo com diversidade de tipos, fontes, organização, apresentação e níveis. Debate. Os conteúdos são melhorados. 2. Leitura individual de textos sobre os conteúdos. Discussão em equipe sobre as mudanças a serem feitas no conteúdo após a leitura. Debate geral sobre a leitura. 3. Responda ao roteiro em equipe: Qual conteúdo ensinar? (Anexo 3).</p> <p><u>Atividade 9. Proposta final:</u> 1. Preparar em equipe a proposta de conteúdo definitivo para o tema. Compare a primeira e a última proposta de conteúdo. Meta-reflexão sobre o processo de mudança. 2. Agrupamento de 2 casos. Conclusões sobre o conteúdo (fontes, tipos, organização ...).</p> |
| Qual plano de atividades será desenvolvido? | <p><u>Atividade 10. Primeiro plano:</u> 1. Após reflexão individual e tendo em conta o exposto, prepare a primeira versão do plano de atividades. 2. Agrupar 2 casos similares e analisar o modelo metodológico subjacente. Planos de atividades são modificados.</p> <p><u>Atividade 11. Contribuições da Pesquisa Didática:</u> 1. Apresentação de exemplos de atividades, sequências, modelos metodológicos, etc. Os planos de atividades são aprimorados. 2. Leitura individual de textos sobre metodologia. Discussão em equipe sobre as mudanças a serem feitas no plano de atividades após a leitura. Debate geral sobre a leitura. 3. Responder em equipe ao roteiro: Qual plano de atividades traçar? (Anexo 4)</p> <p><u>Atividade 12. Plano final:</u> 1. Prepare a versão final. 2. Comum em 2 casos. Reflexão metacognitiva sobre a metodologia de ensino (atividade, sequência de atividades, modelos metodológicos ...).</p>                                                             |

Fonte: adaptado de Porlán e colaboradores (2010).

Os anexos citados no quadro são questionários que orientam a atividade que o professor deve desenvolver naquela etapa. A seguir apresenta-se uma síntese das ideias gerais desses anexos<sup>39</sup>:

**Anexo 1:** tem como objetivo orientar a confecção de um questionário que é utilizado para levantar as concepções dos alunos sobre um determinado tópico. As indagações do documento têm a função de forçar a reflexão em relação: I) à importância de se conhecer as concepções dos alunos sobre o tema que se pretende ensinar; II) à importância do professor conhecer as suas próprias concepções sobre o tema; III) aos princípios fundamentais a serem trabalhados sobre o tema; IV) aos critérios que devem ser empregados para selecionar quais perguntas devem ser feitas aos alunos; V) à necessidade de reavaliar o questionário inicial sugerido, com base em toda a reflexão realizada (PORLÁN *et al.*, 2010).

<sup>39</sup> Mais informações sobre os anexos podem ser encontradas em Porlán e colaboradores (2010).

**Anexo 2:** desenvolve algumas questões para guiar o processo de construção de um instrumento para analisar as concepções dos alunos. As reflexões se desenvolvem em torno das seguintes temáticas: *I)* as diferenças que se pode encontrar ao analisar as concepções de alunos de diferentes idades; *II)* os critérios que devem ser usados para analisar as concepções dos alunos; *III)* as vantagens de se conhecer as concepções dos alunos para favorecer o processo de ensino e aprendizagem; *IV)* as condições necessárias para um processo de ensino e aprendizagem efetivo; *V)* as etapas a se seguir para analisar as concepções dos alunos (PORLÁN *et al.*, 2010).

**Anexo 3:** apresenta questões que têm o objetivo de guiar a escolha dos conteúdos a se ensinar. As discussões são orientadas no sentido de analisar: *I)* quais são os tipos de conteúdos existentes; *II)* as diferenças de se abordar o mesmo conteúdo em diferentes níveis de ensino; *III)* as diferenças de se ensinar o mesmo conteúdo para alunos com diferentes concepções de partida e como promover uma aprendizagem significativa para esses diferentes alunos; *IV)* os conceitos não relacionados a disciplinas que podem influenciar o processo de ensino e aprendizagem de um determinado conteúdo (PORLÁN *et al.*, 2010).

**Anexo 4:** busca fazer o professor refletir em relação ao seu plano de ensino desenvolvido, com o propósito de melhorá-lo, se necessário. As perguntas presentes no documento estão focadas em o cursista refletir: *I)* se a sequência de atividades que foi sugerida é adequada em termos dos conteúdos conceituais sugeridos; *II)* se a sequência de atividades está condicionada às concepções iniciais de seus alunos; *III)* qual é seu modelo metodológico de ensino e se seu planejamento está de acordo com esse modelo; *IV)* listar e refletir a coerência dos recursos de aprendizagem sugeridos; e *V)* usar todas essas reflexões para confrontar o seu plano inicial e propor um plano final (PORLÁN; RIVERO; SOLÍS, 2011).

Essa proposta de desenvolvimento do conhecimento prático-profissional apresentada por Porlán, Rivero e Solís (2011) está voltada para professores em formação inicial ou continuada que atuam no ensino secundário. Na próxima subseção apresenta-se uma proposta de desenvolvimento do conhecimento prático-profissional para professores universitários em formação continuada.

### 2.1.6.2 Os ciclos de melhora em aula

O livro “*Enseñanza Universitaria: Cómo mejorarla*”, organizado por Rafael Porlán (2017), apresenta uma proposta de progressão do conhecimento profissional dominante para o conhecimento profissional desejado, em professores universitários, por meio de Ciclos de Melhora (CM). Em publicações mais recentes, os CM são chamados de Ciclo de Melhora em Aula (CIMA), denominação que será utilizada neste texto (DELORD *et al.*, 2020).

Delord e colaboradores (2020) sustentam que os CIMA foram projetados dentro de uma proposta de formação do professor universitário que está fundamentada em 5 grandes princípios, sendo eles: *I*) uma formação orientada; *II*) uma formação centrada na prática; *III*) uma formação para a tomada de consciência; *IV*) uma formação para a investigação docente; *V*) uma formação gradual, consentida e colegiada.

Para Del Pozo, Pineda e Duarte (2017, p. 29, tradução livre<sup>40</sup>), os CIMA podem ser definidos como:

[...] uma estratégia de formação baseada na análise crítica da prática pré-existente, na concepção e aplicação de melhorias específicas e na avaliação das referidas melhorias de forma a avaliar a sua pertinência e continuidade, tudo isto, como o próprio nome sugere, de forma cíclica e permanente.

Os CIMA apresentados no livro são resultado do programa *FIDOP (Formación e Innovación Docente del Profesorado)* desenvolvido na Universidade de Sevilla. No *FIDOP* os professores passam por um curso introdutório, focado em CIMA, no qual o docente analisa suas aulas, propõem mudanças, planeja, aplica e avalia intervenções em sua sala de aula real. Todos os resultados devem ser compartilhados com os demais colegas de curso (PORLÁN, 2017).

Esse curso introdutório é chamado de “*El Curso General de Docencia Universitaria (CGDU)*”. O *CGDU* é oferecido em módulos de 5 turmas anuais (com 20

---

<sup>40</sup> [...] una estrategia formativa basada en el análisis crítico de la práctica preexistente, en el diseño y aplicación de mejoras concretas y en la evaluación de dichas mejoras con el objetivo de valorar su pertinencia y continuidad, todo ello, como su nombre indica, de forma cíclica y permanente.

docentes de qualquer área do conhecimento), com uma carga horária total de 90 horas (40 horas presenciais). Durante o curso os professores desenvolvem 2 CIMA, um parcial e outro completo (DELORD *et al.*, 2020). O CIMA completo envolve a execução de 10 passos que podem ser divididos em 3 fases (SOLÍS; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020):

- 1) fase de desenho:

Passo 1: descrição das aulas habituais, focando os detalhes mais significativos e as emoções dos indivíduos. Essas informações fundamentam a proposição de um “modelo metodológico habitual” para as aulas. Deve-se, inclusive, construir um modelo metodológico considerado ideal e um modelo considerado possível de desenvolver na realidade objetiva (SOLÍS; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020).

Para Delord e colaboradores (2020), os modelos metodológicos<sup>41</sup> habitual, ideal e possível se relacionam de acordo com o apresentado na Figura 32. Dessa forma, o modelo possível é enriquecido pelo modelo ideal, que por sua vez é balizado pelo modelo habitual. O modelo possível, por ser mais complexo, substitui o modelo real.

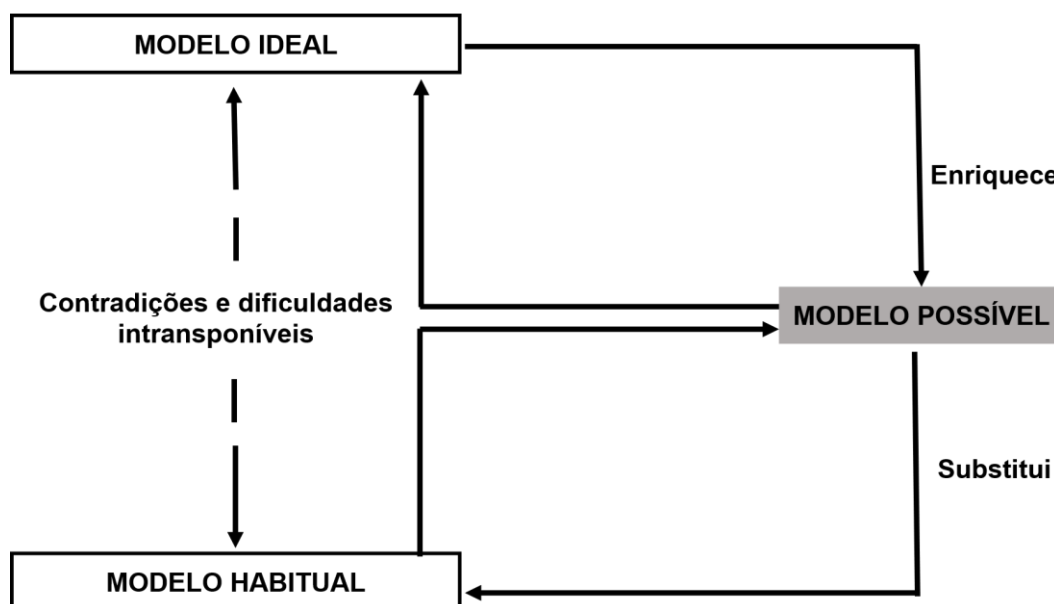


Figura 32. Relações entre o modelo habitual, ideal e possível.

Fonte: traduzido de Delord (2020, p. 133).

<sup>41</sup> Discussões sobre o conceito de modelo metodológico é realizada ao longo do texto.

A intenção é possibilitar a conscientização das rotinas de sala, analisar as compreensões e crenças sobre o ensino ideal, explicitar os obstáculos que dificultam a melhoria e que podem ser superados. Nesse momento, o conteúdo é desprezado por questões de simplificação (SOLÍS; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020).

Passo 2: elaboração de um mapa conceitual com os conteúdos que o aluno deve aprender e com questões e problemas associados. Delord e colaboradores (2020) alertam que é importante que seja destacado nesse mapa os conteúdos considerados mais estruturantes ou organizadores.

Segundo Solís e Porlán (2017, p. 110, tradução livre<sup>42</sup>), nesse momento deve-se refletir sobre as seguintes questões, relacionadas à natureza dos conteúdos:

[...] os conteúdos são compartimentos estanques do conhecimento ou têm relações entre si? Que tipos de conteúdos existem? Quais deveriam ser as finalidades do ensino? Todos os conteúdos dos programas são de igual importância? Os conteúdos respondem aos problemas que a disciplina suscitou? Que fontes e referências devemos ter em conta? Entre outras.

Esse momento estimula as interações entre os conhecimentos metadisciplinares e da didática específica (SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Passo 3: Planejar uma sequência de atividades tendo como plano de fundo os problemas levantados sobre a temática, as ideias e hipóteses dos alunos e o modelo metodológico considerado possível (SOLÍS; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020).

- II) fase de aplicação:

Passo 4: esse momento deve ser desenvolvido antes do início das aulas. Consiste na aplicação de um questionário individual relacionado aos problemas levantados no mapa conceitual, com o propósito de explicitar ideias e hipóteses

---

<sup>42</sup> [...] ¿son los contenidos compartimentos estancos del saber o tienen relaciones entre ellos? ¿qué tipos de contenidos existen?, ¿cuáles deberían ser las finalidades de la enseñanza universitaria?, ¿todos los contenidos de los temarios tienen la misma importancia?, ¿son los contenidos respuestas a problemas que se ha planteado la disciplina?, ¿qué fuentes y referentes debemos tener en cuenta a la hora de diseñarlos?, etc.

iniciais. Essas ideias prévias são categorizadas, é calculada a frequência e organizada em ordem crescente de complexidade. O intuito é gerar uma “escala inicial de aprendizagem e evolução” e levantar os principais obstáculos para a aprendizagem (SOLÍS; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020).

Os resultados devem ser comparados com as crenças iniciais do professor sobre o conhecimento dos seus alunos e sobre seu modelo didático. Frente à comparação, o professor é estimulado a reelaborar o seu mapa de conteúdos e a sequência de atividades proposta (SOLÍS; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020).

Passo 5: consiste na aplicação da sequência de atividades planejada.

Passo 6: usar um diário profissional para registrar o desenvolvimento das aulas, com o intuito de analisar a intervenção e fazer mudanças em tempo real, se necessário. O principal intuito do diário é analisar o planejamento inicial frente à realidade encontrada (SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Passo 7: passar novamente um questionário. A “escala final de aprendizagem e evolução” deve ser comparada com aquela confeccionada no começo do ciclo. Importante que se faça uma comparação da aprendizagem geral da turma e aprendizagem específica de cada aluno (SOLÍS; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020).

- III) fase de avaliação e comunicação:

Passo 8: é um ponto de análise crítica do diário do CIMA elencando pontos positivos, negativos, possíveis explicações para as coisas que não funcionaram e premissas para futuras intervenções (SOLÍS; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020).

As melhorias no planejamento fundamentado na prática têm o intuito de, depois de vários ciclos, constituir um material curricular para uso e divulgação entre profissionais da mesma especialidade (SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Passo 9: consiste em rever criticamente o modelo didático pessoal (modelo metodológico ideal e possível, o mapa de conteúdo-problema, a sequência de atividades planejada, as decisões sobre a avaliação *etc.*) (SOLÍS; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020).

A reflexão deve servir de base para planejar uma nova versão do CIMA para futura intervenção. Importante destacar que o passo 9 tem forte influência na construção do conhecimento da didática específica (SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Passo 10: transformar todo o conhecimento gerado durante o ciclo em uma publicação (DELORD *et al.*, 2020).

Os CIMA são desenvolvidos no *CGDU* com a orientação de um professor experiente, tanto no desenvolvimento do CIMA quanto no acompanhamento de professores que estão iniciando no CIMA. Os cursistas do *CGDU* trabalham com atividades que envolvem a apresentação de seminários baseados nas experiências do trabalho pessoal, debates coletivos e argumentados, reflexão sobre a prática e estudo bibliográfico. Os professores cursistas são condicionados a usar essa sistemática de atividades como um modelo de ensino de referência a ser adotado em toda a sua prática profissional (DELORD *et al.*, 2020).

A formação propiciada no *CGDU* é dividida em 9 módulos com propósitos diferentes, como apresentado no Quadro 6 (DELORD *et al.*, 2020).



Quadro 6. Objetivo de cada módulo do CGDU.

| MÓDULO                                              | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Como está o ensino?                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gerar um ambiente de sinceridade, confiança e trabalho coletivo;</li> <li>2. Descrever e analisar os esquemas de ação, as crenças e as emoções da prática habitual;</li> <li>3. Conscientizar-se dos problemas profissionais característicos da docência;</li> <li>4. Construir um modelo metodológico que represente o ensino usual de cada participante;</li> <li>5. Conhecer diferentes tipos de modelos e sua correspondência com as concepções psicológicas, epistemológicas e de comunicação humana.</li> </ol> |
| 2. Que metodologia quero seguir no CIMA?            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diferenciar o modelo metodológico usual, ideal e possível;</li> <li>2. Conceber a aprendizagem do professor como um processo gradual e progressivo;</li> <li>3. Aprofundar o modelo de ensino;</li> <li>Compreender o processo de um CIMA.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3. Que sequência de atividades aplicar no CIMA?     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Considerar a atividade como uma unidade de programação;</li> <li>2. Projetar sequências de atividades consistentes com o modelo metodológico possível;</li> <li>3. Decidir a ordem das atividades em coerência com concepção de aprendizagem;</li> <li>4. Saber como transferir ideias do pensamento formal para o pensamento concreto e vice-versa.</li> </ol>                                                                                                                                                       |
| 4. Que conteúdos quero que os estudantes aprendam?  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conhecer os tipos de conteúdos: dados, conceitos, procedimentos intelectuais, procedimentos psicomotores, atitudes e valores;</li> <li>2. Formular os conteúdos a serem abordados no CIMA;</li> <li>3. Selecionar o conteúdo mais estruturante ou essencial;</li> <li>4. Refletir sobre as interações mais significativas entre eles;</li> <li>5. Representar o que está acima em um mapa ou rede de conteúdos.</li> </ol>                                                                                            |
| 5. Qual problema propor para o CIMA?                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compreender a relação entre conteúdo, metodologia, sequência de atividades e problemas;</li> <li>2. Revisar e reformular as sequências de atividades com base nos problemas;</li> <li>3. Incluir os problemas selecionados no mapa conceitual;</li> <li>4. Dividir os problemas em perguntas encadeadas.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                   |
| 6. Que ideias tem os estudantes sobre os problemas? | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaborar um questionário para descobrir as ideias espontâneas dos alunos sobre os problemas;</li> <li>2. Diferenciar a memória acadêmica da memória experiencial;</li> <li>3. Compreender a natureza limitada da comunicação didática;</li> <li>4. Conceber a aprendizagem como uma progressão gradual;</li> <li>5. Conceber o ensino como um processo de adaptação ao progresso da aprendizagem.</li> </ol>                                                                                                          |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Como analisar as ideias dos estudantes e para quê? | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analisar os modelos mentais e obstáculos dos alunos antes do CIMA;</li> <li>2. Desenvolver escadas de aprendizagem e avaliação;</li> <li>3. Conceber o ensino como um processo de adaptação ao progresso da aprendizagem;</li> <li>4. Analisar o papel da avaliação e suas diferenças com a classificação;</li> <li>5. Decidir o que, como e quando avaliar e pontuar e quem participa da avaliação.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                              |
| 8. Como funcionou a experiência com o CIMA?           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descrever, analisar e avaliar a experiência com os CIMA, por meio dos diários;</li> <li>2. Avaliar a progressão da aula ao longo do ciclo com as escadas de aprendizagem;</li> <li>3. Avaliar a progressão de cada aluno;</li> <li>4. Decidir mudanças na prática usual e as melhorias para uma próxima aplicação do CIMA;</li> <li>5. Compreender a dimensão educativa e investigativa da avaliação.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                             |
| 9. Como continuar melhorando?                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Refletir sobre o papel do CIMA no desenvolvimento dos professores;</li> <li>2. Conhecer as contribuições para a sala de aula do <i>Scholarship of Teaching and Learning (SoTL</i><sup>43</sup>), a pesquisa-ação, os <i>Lesson Study</i> e do Ensino Baseado nas Evidências e na Investigação;</li> <li>3. Compreender o conceito de modelo docente e as diferenças entre o Modelo Tradicional e o Modelo Construtivista e Investigativo;</li> <li>4. Elaborar os princípios básicos de ensino do modelo de ensino pessoal;</li> <li>5. Conhecer as opções para continuar no processo de formação e desenvolvimento do professor.</li> </ol> |

Fonte: produzido a partir de Delord e colaboradores (2020, p. 117 – 153).

No módulo 1 são desenvolvidas 4 atividades:

I) atividade de introdução: consiste em um momento de apresentação dos participantes, do plano de trabalho do curso e dos referenciais teóricos estudados no curso. Ainda nessa atividade são apresentados os 3 problemas práticos abordados no CGDU e suas inter-relações (Figura 33) (DELORD *et al.*, 2020).

<sup>43</sup> O SoTL é um conceito que expressa uma concepção acadêmica sobre o ensino e aprendizagem universitário. O SoTL apresenta 5 princípios básicos: I) problematizar a própria prática docente; II) partir de um estado de questionamento; III) pesquisa a própria prática com o mesmo rigor metodológico próprio das pesquisas acadêmicas; IV) compartilhar, publicar e debater entre os pares; V) refletir sobre os problemas oriundos da própria disciplina (DELORD *et al.*, 2020)

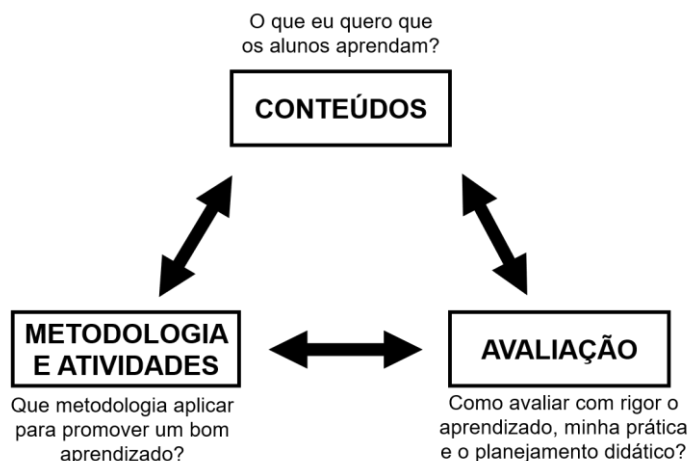


Figura 33. Os problemas práticos docentes e suas interações.

Fonte: traduzido de Delord (2020, p. 130).

*II) análise da prática habitual:* os cursistas respondem um questionário<sup>44</sup> que tem a função de refletir sobre os conteúdos, a metodologia e a avaliação. O questionário discute a prática habitual do professor, por meio dos 3 eixos apresentados na Figura 33. Nesse momento os professores são estimulados a falar sobre as emoções vivenciadas na docência (DELORD *et al.*, 2020).

*III) análise coletiva sobre as respostas do questionário:* os professores leem os questionários e atribuem a cada fase de sua aula círculos com tamanhos variados. O tamanho do círculo representa a importância daquela fase para o professor. A ideia principal desse momento é identificar o modelo metodológico habitual docente a partir do esquema como o apresentado na Figura 34.

<sup>44</sup> Mais detalhes sobre o questionário podem ser encontrados em Delord (2020).

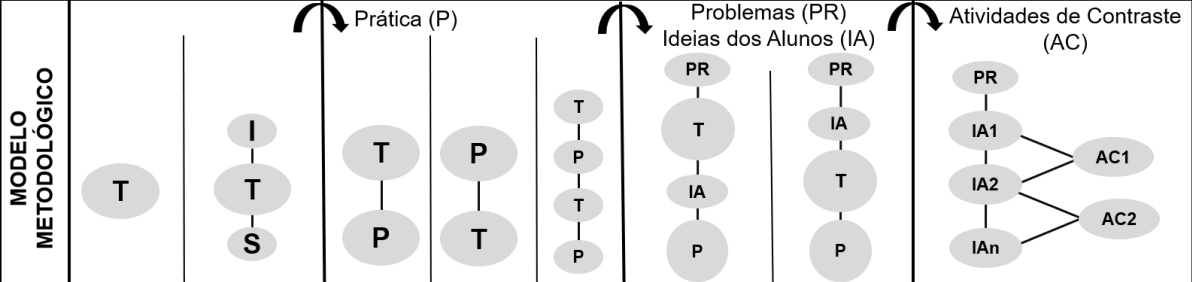
| MODELO METODOLÓGICO     |  |                                                                |                                                |                                                                  |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                         | TRANSMISSIVO                                                                       | TRANSMISSIVO COM PRÁTICAS DOS ESTUDANTES                       | ATIVO, COM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS PELOS ALUNOS | ATIVO, CONSTRUTIVISTA E INVESTIGATIVO                            |
| CONCEPÇÕES APRENDIZAGEM | Mente em branco ou copo vazio                                                      | Mente em branco ou copo vazio                                  | Ideias dos alunos como erros a corrigir        | Ideias dos alunos como concepções alternativas que devem evoluir |
| CONCEPÇÕES COMUNICAÇÃO  | Linear. Sem interferência. O aluno aprende de fora para dentro                     | Linear. Sem interferência. O aluno aprende de fora para dentro | Interação parcial                              | Interação condicionada pelos modelos mentais do aluno            |
| CONCEPÇÕES CONHECIMENTO | Conhecimento fechado e acabado                                                     | Conhecimento fechado e acabado                                 | Conhecimento fechado e acabado                 | Conhecimento aberto e em construção                              |

Figura 34. Tipos de modelos metodológicos e seus fundamentos. T: Teoria; I: Introdução; S: Síntese; P: Prática; PR: Problema/projeto; IA: Ideias dos alunos; AC: Atividades de contraste.

Fonte: traduzido de Delord e colaboradores (2020, p. 130).

Importante salientar que há uma diferença entre modelo didático de formação de professores, apresentados na seção 2.1.2, e o modelo metodológico docente (DELORD *et al.*, 2020). Os modelos metodológicos docentes buscam solucionar os problemas que o professor encontra durante o exercício de sua profissão. A estes modelos estão atreladas uma teoria de aprendizagem, uma concepção de conhecimento e uma visão das relações de poder em sala de aula, que podem, ou não, serem conscientes (ALBA; PORLÁN, 2017; DELORD *et al.*, 2020).

Nesse sentido, o modelo didático é uma construção mais ampla que envolve os elementos do sistema didático, entre eles, o modelo metodológico. Pode-se dizer que os princípios didáticos norteadores da ação são o esqueleto do modelo didático. O modelo didático é o que constrói sinergia, coerente, entre a metodologia, os conteúdos, as finalidades educacionais, a avaliação e o contexto de sala de aula (GARCÍA-PÉREZ; PORLÁN, 2017).

IV) debate sobre tipos de metodologia: é um momento para discutir os diferentes modelos e as suas concepções sobre a natureza do ensino e das concepções humanas (DELORD *et al.*, 2020).

No módulo 2 os cursistas analisam sua prática pedagógica habitual por meio de um questionário e de alguns textos-base. Esse módulo é subdividido em 5 atividades (DELORD *et al.*, 2020):

I) apresentação e debate das respostas do modelo metodológico habitual: as respostas dos professores são debatidas com a mediação do professor formador (DELORD *et al.*, 2020).

II) debate sobre o modelo metodológico habitual e ideal: nesse momento os professores devem comparar seu modelo habitual e ideal, refletindo sobre insatisfações, pontos que devem melhorar e as principais condicionantes que impedem essas mudanças. A finalização da atividade ocorre com propostas para superação dos obstáculos, de modo a gerar o modelo metodológico possível (DELORD *et al.*, 2020).

Segundo Delord e colaboradores (2020), os obstáculos estão condicionados a dimensões internas e contextuais e a componentes emocionais e cognitivas que se inter-relacionam conforme apresentado na Figura 35.

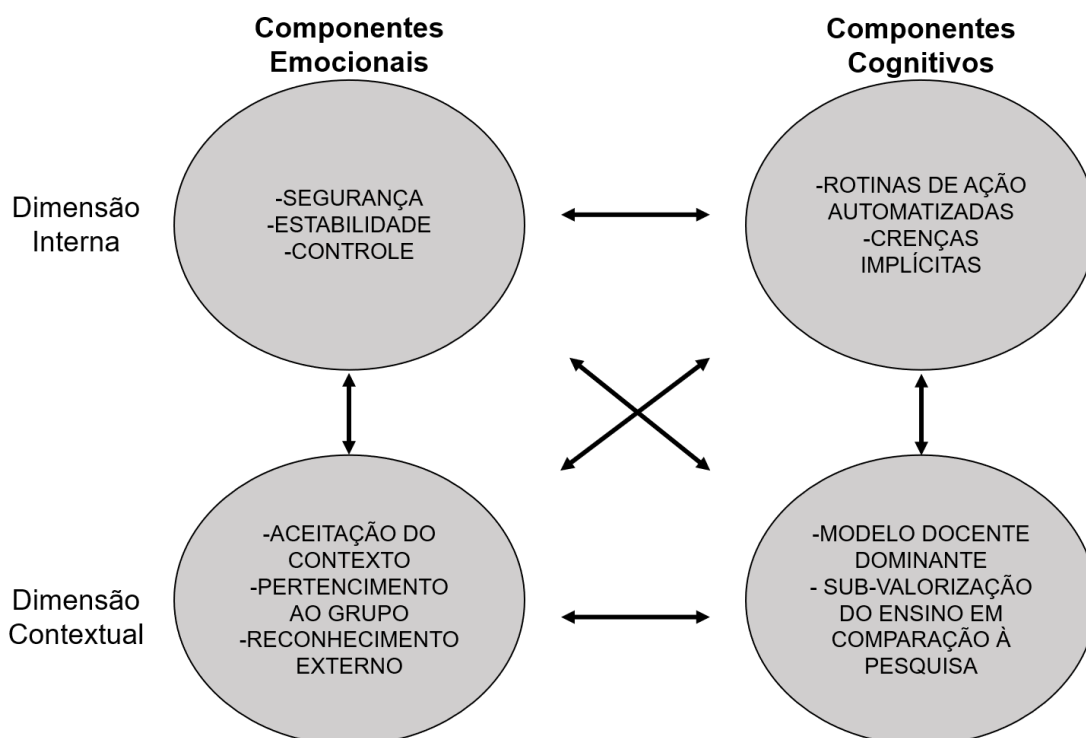


Figura 35. Diferentes dimensões que se configuram em obstáculos para a melhora docente.

Fonte: traduzido de Delord e colaboradores (2020, p. 133).

III) introdução ao ciclo de melhora: são apresentadas as principais características dos CIMA (DELORD et al., 2020).

IV) desenho individual do modelo metodológico possível para o CIMA: ocorre a explicitação do modelo metodológico possível, com a tutoria do professor formador (DELORD et al., 2020).

V) Debate coletivo sobre os modelos metodológicos habitual, ideal e possível: os modelos são discutidos dentro de grupos de professores com diferentes níveis de experiência (DELORD et al., 2020).

No módulo 3 os professores entram em contato com ciclos de melhora já produzidos e desenvolvem algumas atividades. Como referência para esse bloco é sugerida a leitura de capítulos dos textos: *Lo que hacen los mejores profesores universitarios* (BAIN, 2007); *Enseñanza Universitaria: Cómo mejorarla* (PORLÁN, 2017). Esse módulo é composto de 5 atividades (DELORD et al., 2020):

I) apresentação dos CIMA aplicados por docentes da REFID: professores experientes apresentam o ciclo de melhora produzido e discutem sobre como foi o processo de aplicação (DELORD et al., 2020).

II) apresentação de um fichamento de literatura: se configura em um momento de discussão do capítulo: *¿Cómo dirigir en la clase?* (BAIN, 2007).

III) apresentação dos conceitos de atividade, sequência e de ordem da sequência: depois de uma discussão inicial dos conceitos os professores são orientados a criar uma ficha de atividades (problema, fase metodológica e desenvolvimento) que seja coerente como o modelo metodológico possível. Um passo importante dessa atividade é que a inter-relação modelo metodológico-atividade seja explicitada (DELORD et al., 2020).

IV) trabalho individual: planejamento da sequência de atividades: os professores em formação devem projetar, individualmente, suas sequências de atividades, que devem estar centradas em um problema a ser resolvido (DELORD et al., 2020).

V) apresentação e debate sobre as sequências de atividades: nessa atividade os professores devem apresentar o seu modelo metodológico possível e a sequência de atividades planejada. O intuito é discutir, coletivamente, se as atividades propostas guardam coerência com o modelo metodológico (DELORD et al., 2020).

No módulo 4 são definidos os conteúdos, por meio de 3 atividades (DELORD et al., 2020):

I) apresentação das respostas sobre o conteúdo apresentadas no questionário inicial: o questionário estimula o professor a refletir sobre questões como: tipos de conteúdos tratados em um tópico? Importância relativa dos conteúdos? Como trabalhar esses conteúdos com os alunos? Em uma situação ideal, o que você mudaria nos conteúdos? (DELORD *et al.*, 2020):

II) formulação individual dos conteúdos do CIMA: os professores em formação, sem nenhum tipo de consulta, devem fazer uma lista com conteúdos que serão tratados no CIMA. Além disso, deve ser elaborado um esboço sobre as relações do tema com fins científicos, profissionais e sociais (DELORD *et al.*, 2020).

O próximo passo é levantar as implicações das 3 dimensões do desenvolvimento humano (racional, ético e prático) para trabalhar os conteúdos. São debatidos os aspectos do desenvolvimento histórico da disciplina e as dimensões profissionais (DELORD *et al.*, 2020).

Depois de uma discussão sobre os tipos de conteúdos (dados, conceitos, procedimentos intelectuais, procedimentos psicomotores, atitudes e valores), os professores classificam os conteúdos que foram elencados e refletem, em grupo, sobre a necessidade de readequação da lista (DELORD *et al.*, 2020).

Um último passo é elencar quais conteúdos da lista são essenciais e produzir um mapa conceitual com eles (DELORD *et al.*, 2020).

III) apresentação e debates de alguns mapas conceituais: os professores apresentam e discutem seus mapas com os colegas. Conjuntamente são discutidos mapas desenvolvidos por turmas anteriores (DELORD *et al.*, 2020).

No módulo 5 são escolhidos os principais problemas a serem tratados no CIMA. Como referências para o módulo é sugerido capítulos dos livros: *Dar classe com a boca cerrada* (FINKEL, 2008); *Enseñanza universitaria: como mejorarla* (PORLÁN, 2017). O desenvolvimento desse módulo impõe a execução de 5 atividades anteriores (DELORD *et al.*, 2020):

I) introdução à seção: um guia sobre a elaboração do CIMA é entregue aos professores e eles são orientados a fazerem observações, em pares, durante a aplicação (DELORD *et al.*, 2020).

II) apresentação do fichamento sobre as leituras sugeridas (DELORD *et al.*, 2020).

III) apresentação e debates sobre os problemas: nessa atividade é discutida a importância do problema para o processo de ensino e aprendizagem na perspectiva

do modelo metodológico construtivista e investigativo. São discutidas as características básicas de um problema, provocar perplexidade e curiosidade dos alunos (DELORD *et al.*, 2020).

IV) formulação dos problemas, incorporação ao mapa e revisão das sequências de atividades: individualmente, os cursistas devem incorporar os problemas ao seu mapa e replanejar a sequência de atividades, para que se ajuste aos problemas sugeridos. Apesar desse trabalho ser individual, os professores em formação podem se orientar com CIMA antigos e podem discutir com seus colegas (DELORD *et al.*, 2020).

Como mostra a Figura 36, na perspectiva do CIMA, os problemas dos mapas têm a função de manter coerência entre conteúdos, metodologia e atividades. Além de facilitar a aprendizagem, os problemas têm a função de organizar as sequências de atividades (DELORD *et al.*, 2020).

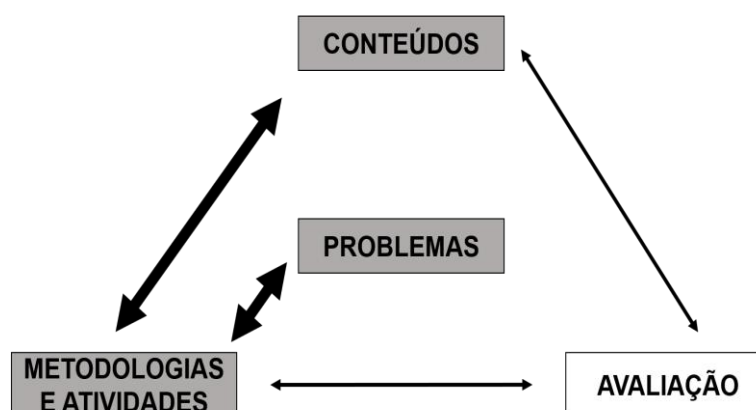


Figura 36. Os problemas do mapa como organizador das sequências de atividades e como forma de abordar os conteúdos.

Fonte: traduzido de Delord e colaboradores (2020, p. 141).

V) discussão sobre os mapas de conteúdo e problemas: os professores apresentam seus mapas conceituais, que relacionam os problemas, e esses são discutidos com o propósito de serem melhorados. Nesse momento também são discutidos mapas produzidos por turmas anteriores (DELORD *et al.*, 2020).

Como referências para o módulo 6 é sugerido um capítulo do livro *Enseñanza universitaria: cómo mejorarla* (PORLÁN, 2017) relacionado a objetivos e conteúdos de ensino. Nesse módulo são desenvolvidas 2 atividades (DELORD *et al.*, 2020):

I) desenvolvimento individual de um questionário para explorar as ideias dos alunos sobre os problemas do CIMA: Para auxiliar nessa tarefa os professores podem se inspirar em questionários produzidos em anos anteriores. É muito



importante, nesse momento, que os professores em formação tenham em mente as relações entre metodologia, conteúdo, avaliação e problemas (Figura 37) (DELORD *et al.*, 2020).

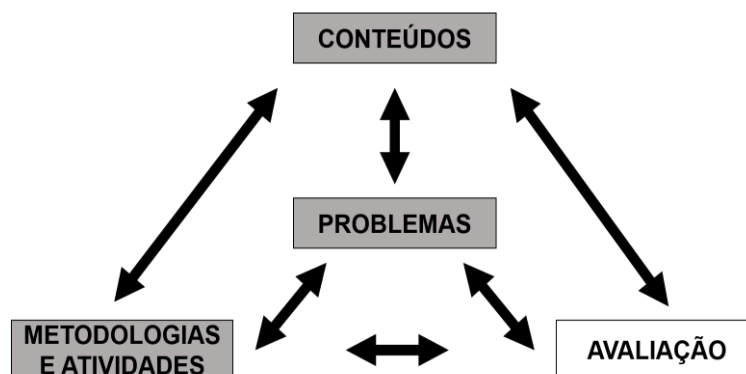


Figura 37. Os problemas geram coerência e relação entre mapas conceituais, as sequências de atividades e o questionário de avaliação.

Fonte: traduzido de Delord e colaboradores (2020, p. 142).

Dentre as características desses questionários, Delord e colaboradores (2020) sugerem: *I)* ter relação com os problemas do CIMA; *II)* deve ser anônimo para que os alunos não se preocupem com nota, porém deve ter um jeito dos alunos identificarem seu questionário para comparações posteriores; *III)* deve ser elaborado dentro de um contexto que interligue as perguntas; *IV)* utilizar linguagem coloquial para desestimular respostas mecânicas; *V)* conter questões abertas em detrimento a testes; *VI)* não colocar perguntas a serem respondidas com sim ou não; *VII)* evitar perguntas que direcionem a resposta (DELORD *et al.*, 2020).

*II) debate sobre o questionário:* os professores em formação apresentam seus questionários que são discutidos com os outros professores e o professor formador. A ideia é refinar o questionário (DELORD *et al.*, 2020).

No módulo 7 os professores finalizam o ciclo de melhoria. Como referência para esse módulo é sugerido um capítulo sobre avaliação do livro *Enseñanza universitaria: como mejorarla*" (PORLÁN, 2017). Esse módulo é dividido em 6 atividades (DELORD *et al.*, 2020):

*I) apresentação e análise pelo formador dos desenhos dos CIMA:* momento de análise do professor formador dos CIMA produzidos, considerando os mapas conceituais, os modelos metodológicos possíveis, os problemas sugeridos, a sequência de atividades e os questionários produzidos (DELORD *et al.*, 2020).

II) debates sobre vários desenhos de CIMA: os professores em formação apresentam os seus ciclos de melhora planejados para os demais professores e são discutidas sugestões para melhorar o planejamento (DELORD *et al.*, 2020).

III) análise das respostas dos questionários: momento de análise dos questionários que foram aplicados em sala de aula, nas turmas selecionadas pelos professores em formação. Essa etapa consiste em duas fases: a organização dos dados e a análise (DELORD *et al.*, 2020).

Na fase de organização dos dados, os professores devem numerar os questionários, classificar as questões em modelos com nomes representativos e calcular a porcentagem de respostas em cada modelo. Na fase de análise, os modelos de respostas devem ser organizados em uma escala de complexidade. Cada degrau da escala deve conter uma frase que represente o principal obstáculo a ser superado. O objetivo final é decidir em qual degrau da escala o CIMA deve iniciar, baseado no número de alunos em cada degrau (DELORD *et al.*, 2020).

IV) análise individual dos questionários: a partir dos resultados obtidos por cada professor em seu questionário são feitos ajustes no CIMA. Principalmente no mapa de conteúdos e na sequência de atividades. Para auxiliar nessa atividade os professores podem consultar os colegas e à CIMA produzidos por outros professores (DELORD *et al.*, 2020).

V) apresentação do fichamento sobre avaliação: os professores em formação apresentam um fichamento do capítulo de avaliação do livro *Enseñanza universitaria: como mejorarla* (PORLÁN, 2017).

VI) trabalho individual de avaliação e qualificação: os professores devem preencher o Quadro 7 levando em consideração uma avaliação que busque qualificação e aprimoramento da aprendizagem. Pensar a avaliação em relação à escala de complexidade das concepções dos alunos pode ajudar a transformar uma avaliação tradicional em uma avaliação que busque a qualificação (DELORD *et al.*, 2020).

Quadro 7. Variáveis relacionadas à avaliação e à qualificação.

| Este | Aprendizagem dos estudantes |        |         | Professor |        |         | Desenvolvimento da aula |        |         |       |
|------|-----------------------------|--------|---------|-----------|--------|---------|-------------------------|--------|---------|-------|
|      | Quando                      | Início | Durante | Final     | Início | Durante | Final                   | Início | Durante | Final |
| Como |                             |        |         |           |        |         |                         |        |         |       |
| Quem |                             |        |         |           |        |         |                         |        |         |       |

Fonte: traduzido de Delord e colaboradores (2020, p. 147).

No módulo 8 ocorre uma descrição e uma análise da aplicação do CIMA. O professor em formação deve fazer um relatório da aplicação relatando, inclusive, emoções. O professor deve pensar: O que funcionou e por quê? O que não funcionou e por quê? O que pode ser melhorado no CIMA para uma próxima aplicação? O que pode ser adotado como padrão na prática profissional? Esse relatório também deve ser feito pelos pares. Além disso, esse módulo inclui 3 atividades (DELORD *et al.*, 2020):

I) apresentação da análise do formador da experimentação do CIMA: o professor formador apresenta um resumo das principais impressões dos cursistas sobre o CIMA (DELORD *et al.*, 2020).

II) apresentação e debate sobre a experimentação do CIMA: os professores apresentam o desenvolvimento e a avaliação dos CIMA e se fomenta um debate. Importante que seja apresentada tanto a visão do professor que aplicou o ciclo como o professor que observou a aplicação CIMA (DELORD *et al.*, 2020).

III) apresentação e discussão sobre as escalas de aprendizagem: são apresentados os aspectos positivos e sugeridas melhorias. São analisados os obstáculos de cada degrau da escala e a adequação das atividades propostas para superá-los (DELORD *et al.*, 2020).

São comparadas as escalas de complexidade produzidas a partir do questionário inicial e final. Importante aqui que se compare o progresso individual de cada aluno (DELORD *et al.*, 2020).

No módulo 9 se processa a análise da progressão da sala e de cada aluno, em cada questão do questionário. Esse módulo é composto de 4 atividades (DELORD *et al.*, 2020).

I) síntese final sobre as 10 aprendizagens pedagógicas abordadas no curso: os professores são estimulados a refletir sobre as experiências aprendidas durante as fases de planejamento, experimentação e avaliação do CIMA, sendo essas: a) refletir sobre as práticas e as emoções envolvidas; b) reconhecer os modelos metodológicos usual, ideal e o possível; c) estruturar sequências de atividades consistentes com o modelo metodológico possível; d) estabelecer relações entre conteúdos em um mapa conceitual; e) selecionar os conteúdos considerados estruturantes; f) formular problemas-chave que relacionem os conteúdos, as sequências de atividades e os questionários; g) desenvolver questionário para reconhecer os modelos mentais dos alunos em fases diferentes do CIMA; h) analisar e categorizar as respostas dos alunos; i) planejar atividades que busquem superar obstáculos encontrados nos alunos; j) decidir sobre os princípios didáticos que guiarão a prática de ensino (DELORD *et al.*, 2020).

II) apresentação e debate sobre o conceito de modelo didático (MD): são discutidas as diferenças entre o modelo didático, pensado em uma perspectiva mais abrangente que engloba todos os problemas de ensino, e o modelo metodológico. Ademais, é discutido um capítulo do livro *Da classe com a boca cerrada* (FINKEL, 2008) que trata da diferença entre os modelos de ensino tradicional e construtivista/ investigativo (DELORD *et al.*, 2020).

III) continuidade do processo de formação: apresenta-se a importância dessa formação por meio do CIMA ser constante e em rede. É discutido a importância de se expandir a utilização do CIMA para outras temáticas do curso que esses professores lecionam (DELORD *et al.*, 2020).

IV) comunique-se e torne a experiência pública: é destacada a importância de publicar os CIMA para fomentar melhorias no desenvolvimento do ensino. Uma última tarefa consiste na autoavaliação, avaliação do CGDU e leitura de um capítulo sobre modelos didáticos pessoais do livro *“Enseñanza universitaria: Cómo mejorarla”* organizado por Porlán (2017) (DELORD *et al.*, 2020).

Terminado o curso introdutório CGDU, os docentes são inseridos na *“Red de Formación e Innovación Docente (REFID)”*. Na REFID os docentes são separados em grupos de mesma especialidade e são guiados por um docente mais experiente. A

ideia é continuar esses CIMA com o propósito de melhorias progressivas mais amplas (PORLÁN, 2017).

#### **2.1.8 Síntese geral sobre o conhecimento profissional desejado apresentado pela *Red IRES***

A partir de toda a discussão realizada sobre os trabalhos desenvolvidos no âmbito do *Proyecto/Red IRES*, pode-se dizer que o conhecimento profissional desejado é construído por meio de teorias práticas - que nada mais são do que inter-relações reflexivas entre teoria e prática - que são elaboradas/aperfeiçoadas na tentativa de se resolver problemas prático-profissionais, presentes no cotidiano da docência.

A necessidade de reflexão teoricamente fundamentada para a resolução de problemas práticos-profissionais está apoiada na premissa de que as situações diárias de sala de aula, devido a sua natureza humana, são complexas, inesperadas e singulares demais para serem resolvidas, somente, por técnicas pré-estabelecidas. Assim, é preciso que, ao se deparar com esses problemas, o professor busque soluções a partir da mobilização de seus saberes.

São as teorias práticas que propiciariam a dissolução das barreiras que compartimentalizam os 4 tipos de saberes do professor, a se citar: os saberes acadêmicos, os saberes baseados na experiência, os saberes relacionados às rotinas e guias de ação e os saberes das teorias implícitas. Como apresentado na Figura 38, ao contrário do que ocorre no conhecimento profissional dominante, esses 4 tipos de saberes não podem ser blocos isolados e não comunicantes. Nessa perspectiva, estes devem se interseccionar com o propósito de aprimoramento e reelaboração.



Figura 38. Componentes e inter-relações do conhecimento profissional desejável, segundo a *Red IRES*.

Fonte: elaboração própria.

São essas inter-relações reflexivas entre os saberes profissionais, mediadas por teorias práticas, que permitem o desenvolvimento do conhecimento prático-profissional desejado, proposto pela *Red IRES*.

Para a *Red IRES*, os pilares fundamentais para a transição do conhecimento profissional dominante para o conhecimento profissional desejado são os saberes metadisciplinares, os saberes disciplinares básicos e os saberes da didática específica. Esses pilares, como pode ser constatado por meio das descrições apresentadas na Figura 39, estão relacionados diretamente com os 4 saberes primordiais dos conhecimentos do professor.



Figura 39. Fontes do conhecimento prático-profissional desejado, sendo a *Red IRES*.

Fonte: elaboração própria.

Devido a essas características, o conhecimento profissional desejado, segundo a *Red IRES*, apresenta 4 características fundamentais: *I)* tem uma componente prática indispensável; *II)* é profissionalizado e deve integrar os 4 tipos de saberes; *III)* é complexo, por trabalhar com problemas singulares que ocorrem nas interações humanas em sala de aula; *IV)* é um conhecimento tentativo, evolutivo e processual.

A concretização do conhecimento profissional desejável, segundo os autores espanhóis, ocorre em 3 níveis (Figura 40): *I)* os metaconhecimentos profissionais, que permitem relacionar diferentes conteúdos e interpretá-los; *II)* o modelo didático de referência, sendo recomendado o *Modelo de Investigación en la Escuela*; *III)* os âmbitos da investigação profissional, que está relacionada à resolução de problemas oriundos da prática real de sala de aula.

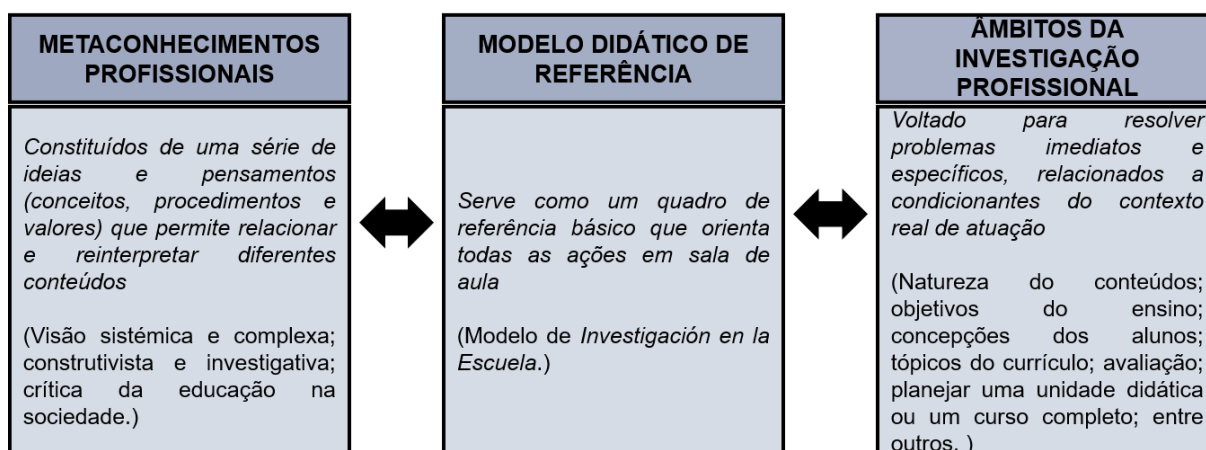


Figura 40. Concretização do conhecimento profissional desejado.

Fonte: elaboração própria.

Em síntese, o conhecimento profissional desejado (Figura 41) é composto pelos saberes acadêmicos, dos saberes baseados na experiência, das teorias implícitas e das rotinas e guias de ação. Estes se inter-relacionam e se modificam por meio das teorias práticas. As fontes para o conhecimento profissional desejável são os saberes disciplinares básicos, os saberes metadisciplinares e os saberes da experiência profissional. A concretização desse conhecimento profissional ocorre por meio dos metaconhecimentos profissionais, do modelo didático de referência e dos âmbitos da investigação profissional.

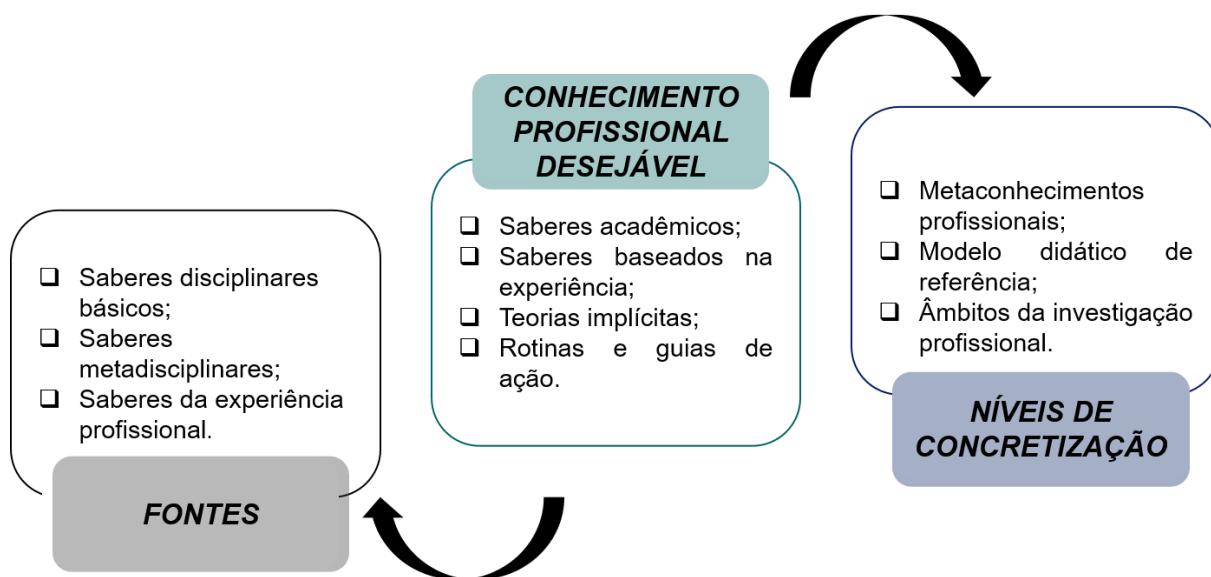


Figura 41. Conhecimento profissional desejável, fontes para o desenvolvimento e níveis de concretização.

Fonte: elaboração própria.

Passar do conhecimento profissional dominante para o conhecimento profissional desejável, no entanto, não é espontâneo. Essa transição ocorre em 3 fases (o estado dominante, o estado de transição e o estado de referência). A perspectiva é sair do modelo tradicional, passar por modelos tecnicistas e/ou fenomenológicos e chegar a um modelo construtivista e investigativo. Para passar por essas fases, o professor deve superar 4 tendências-obstáculos: *I)* tendência à simplificação e ao reducionismo; *II)* tendência à simplificação e ao reducionismo; *III)* favorecimento da conservação adaptativa em detrimento a evolução construtiva; *IV)* preferência pela uniformidade em relação à diversidade.

Como propostas da *Red IRES* para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejado, foram apresentados os cursos *CAIC* e *CGDU*:

A) O *CAIC* é um curso de 12 semanas, proposto para professores da educação secundária em formação inicial ou continuada. O curso é fundamentado em 3 grandes problemas práticos-profissionais: *I)* quais as concepções apresentadas pelos alunos; *II)* qual o conteúdo a ser ensinado; *III)* qual o plano de atividades a ser desenvolvido.

B) O *CGDU* é um curso de 90 horas dividido em 9 módulos, que estão fundamentados no desenvolvimento de um CIMA, na aplicação e na avaliação e comunicação.



Uma importante característica desses programas é o planejamento de atividades e materiais, de forma fundamentada e autoral, para serem aplicados em contextos reais de salas de aula. Além disso, ambos apresentam uma fase de avaliação do material produzido.

Tendo feito todo esse preâmbulo do trabalho desenvolvido no *Proyecto/Red IRES*, propõe-se nesta pesquisa investigar como ocorre o desenvolvimento o conhecimento prático-profissional desejado no processo formativo de implementação de um modelo de planejamento didático-pedagógico intitulado de Unidades Didáticas Multiestratégicas. Todo o processo analisado ocorreu no contexto da formação continuada no ProfQui. Assim, as próximas seções apresentam alguns fundamentos sobre o planejamento educacional e a proposta formativa que foi utilizado nesta pesquisa, assim como os afastamentos e as aproximações entre esse modelo e as propostas da *Red IRES*.

## **2.2 O planejamento educacional e o processo formativo de implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica.**

Alguns textos que discutem o planejamento educacional fazem uma distinção entre o que se concebe como plano e como planejamento. Apesar de se interconectarem, os termos apresentam significados distintos e, portanto, não seria adequado tratá-los como sinônimos.

Para Haydt (2011), o planejamento é um processo essencialmente mental, que envolve momentos de análise da realidade, reflexão das condições impostas e previsões de formas de alcançar os objetivos estabelecidos. O plano, por sua vez, pode ser entendido como o resultado do processo de planejar que, em alguns casos, pode assumir a forma escrita (HAYDT, 2011). Fusari (1998) argumenta que é a partir do plano que ocorre o processo de documentação do planejamento educacional.

Para Piletti (1985, p. 61), o processo de se pensar o planejamento envolve responder às seguintes perguntas: “O que pretendo alcançar? Em quanto tempo pretendo alcançar? Como posso alcançar isso que pretendo? O que fazer e como fazer? Quais os recursos necessários? O que e como analisar a situação a fim de verificar se o que pretendo foi alcançado?”.

Devido à complexidade do ato de se planejar todas as dimensões da educação formal, plano e planejamento são executados em vários níveis da esfera

educacional, podendo ser classificados em: I) plano do sistema educacional; II) plano escolar ou curricular; IV) plano didático ou de ensino (HAYDT, 2011).

No plano do sistema educacional se articula toda a filosofia nacional sobre a educação formal, sendo estabelecidas suas finalidades, metas e objetivos. Assim, este se desenvolve nas esferas nacional, estadual e municipal (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2014). Esse tipo de planejamento requer a proposição de objetivos amplos a serem cumpridos a longo prazo (PILETTI, 1985).

O plano escolar ou curricular deve conter previsões de objetivos e ações administrativas e pedagógicas. Deve ser elaborado de forma colaborativa entre professores, funcionários e toda a comunidade que faz usufruto da escola (HAYDT, 2011). O planejamento escolar compreende algumas etapas como: A) sondagem e diagnóstico da realidade escolar; B) definição dos objetivos e prioridades da escola; C) proposição da organização geral da escola, no que se refere ao quadro curricular e às cargas horárias, ao calendário escolar, critérios para o agrupamento dos alunos, definição do sistema de avaliação; D) elaboração do plano de curso, com a programação das atividades curriculares; E) elaboração do sistema disciplinar da escola; f) atribuição das funções a todos os participantes da equipe de trabalho escolar (HAYDT, 2011).

O plano escolar ou curricular deve ser elaborado por todos que participam do processo pedagógico da escola. Envolve a explicitação dos objetivos gerais do curso e a previsão dos conteúdos para cada componente, de forma a entrelaçar os componentes de uma mesma série e ao longo das diversas séries (HAYDT, 2011). Para Piletti (1985), o grande desafio desse tipo de planejamento é formar objetivos educacionais que se articulem com os objetivos oficiais do plano educacional.

Menegolla e Sant'Anna (2014, p. 50) ampliam a concepção de plano curricular, definindo-o como:

[...] a expressão viva e real da filosofia da educação seguida pela escola, além disso, ele é a própria filosofia de ação da escola, como um todo unificado. Não se pode nem supor uma escola sem uma filosofia claramente definida, devendo estar expressa no currículo da escola. Ele ainda determina os objetivos da própria escola e os dos alunos. Relacionando as disciplinas e os conteúdos essenciais, às atividades e as experiências que vão possibilitar o alcance dos objetivos. Apresenta a metodologia de trabalho e os recursos necessários para desencadear a ação educativa. Estabelece um processo de avaliação para verificar se os propósitos da escola e os dos alunos foram alcançados.

Ademais, o planejamento curricular impõe que se cumpra algumas fases, sendo elas: A) estudo da realidade social, política, econômica e religiosa da comunidade escolar; B) estudo da filosofia que orienta a educação; C) estudo dos fatores socioculturais que influenciam o comportamento das pessoas e fatores psicológicos que põem interferir no processo educacional; D) análise das teorias de ensino e aprendizagem; E) análise bases legais do sistema educacional nacional (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2014).

Após o estudo dos componentes apontados nos itens, é necessário que a equipe tome algumas decisões em relação ao currículo, sendo elas: 1º) definição dos objetivos escolares, dos objetivos das disciplinas e dos conteúdos das mesmas; 2º) seleção e organização das disciplinas e dos conteúdos mais significativos para alcançar os objetivos; 3º) seleção dos melhores procedimentos e técnicas; 4º) seleção dos recursos materiais e humanos; 5º) definição e organização de um processo de avaliação relacionado e adequado ao objetivos propostos no plano curricular (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2014).

Todos esses passos necessários para a execução e documentação do ato de planejar estão apresentados, em suas sequências recomendadas, no fluxograma da Figura 42.

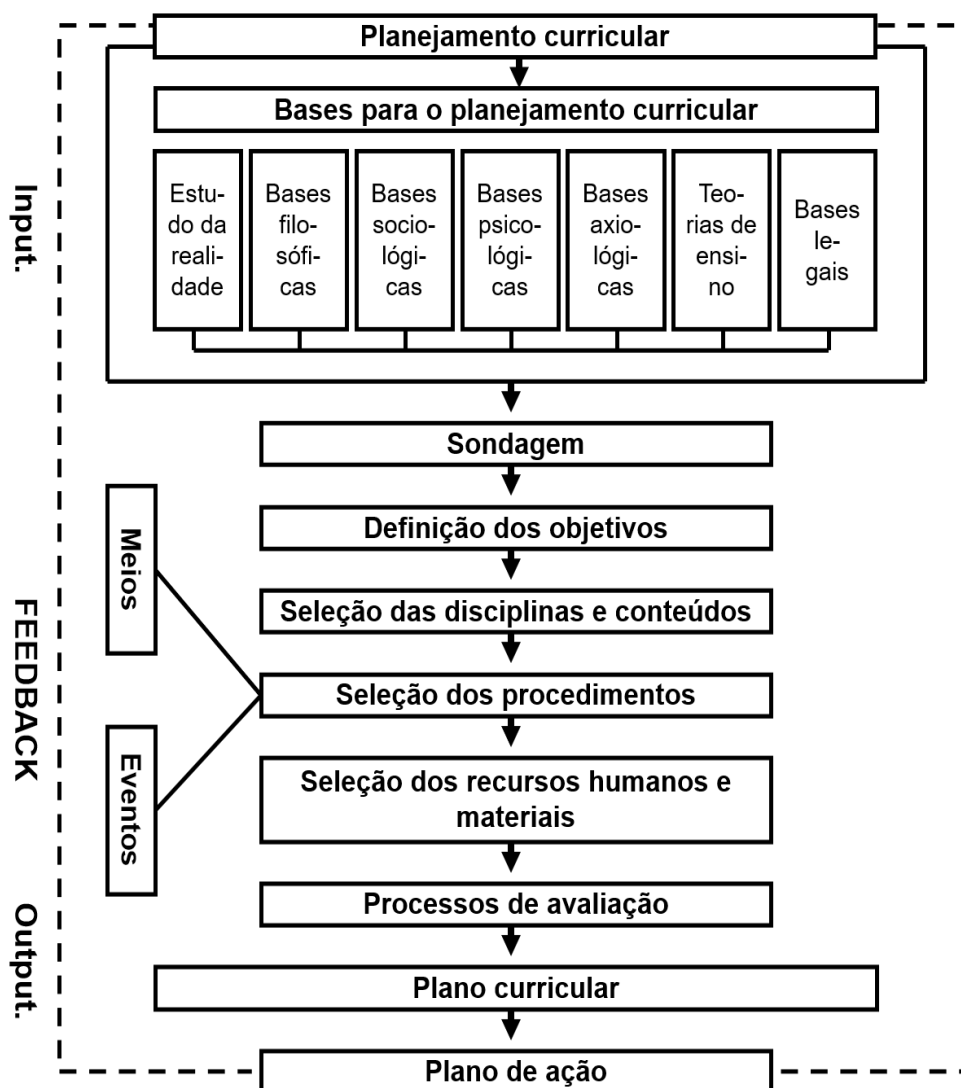


Figura 42. Fluxograma de delimitação das ações do planejamento curricular.

Fonte: Menegolla e Sant'Anna (2014, p. 54).

Um cuidado essencial para o planejamento, em nível escolar, é pensar todos os elementos para trabalharem de forma articulada e interdependentes entre si (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2014). Além disso, toda a estruturação deve estar centrada nas orientações curriculares oficiais (HAYDT, 2011).

Já o planejamento didático ou de ensino, para Piletti (1985, p. 62), é:

[...] a especificação do planejamento de currículo. Consiste em traduzir em termos mais concretos e operacionais o que o professor fará na sala de aula, para conduzir os alunos a alcançar os objetivos educacionais propostos. Um planejamento de ensino deverá prever: objetivos específicos (ou instrucionais) estabelecidos a partir dos objetivos educacionais; conhecimentos a serem adquiridos pelos alunos no sentido determinado pelos objetivos; procedimentos e recursos de ensino que estimulam as atividades de aprendizagem; procedimentos de avaliação que possibilitem verificar, de alguma forma, até que ponto os objetivos foram alcançados.

De forma geral, o planejamento de ensino envolve 4 etapas: I) investigação da realidade, que envolve conhecer o aluno (em termos de aspirações, frustrações, necessidades e possibilidades) e conhecer o ambiente escolar e comunitário; II) elaboração do plano; III) execução do plano; IV) avaliação e aperfeiçoamento do plano (PILETTI, 1985).

Dentro do nível planejamento didático ou de ensino estão embutidos o planejamento do curso; o planejamento de unidades didáticas ou de ensino; e o planejamento da aula (HAYDT, 2011). O planejamento do curso envolve uma sondagem inicial dos alunos; a proposição de objetivos gerais e específicos; a indicação de conteúdos; a seleção das atividades e recursos didáticos; a escolha das formas de avaliação. O planejamento de unidades didáticas ou de ensino envolve desenvolver uma sequência de aulas sobre assuntos correlatos, que fazem parte de uma porção da matéria. O planejamento da aula, de uma unidade didática, impõe que o professor desenvolva algumas ações, sendo elas: explicitar os objetivos da aula; apontar qual parte do conteúdo será abordada; definir as atividades de ensino e aprendizagem; apresentar os recursos didáticos que serão utilizados; sugerir os métodos de avaliação (HAYDT, 2011).

A importância de se desenvolver um plano de ensino pode ser justificada por 5 grandes perspectivas: I) evita ações em sala de aula pautadas por rotina e improvisação; II) orienta o cumprimento dos objetivos visados; III) favorece uma maior eficiência do processo de ensino e aprendizagem; IV) favorece que o professor tenha maior segurança para conduzir o ensino; V) promove a economia de tempo e de energia do professor (PILETTI, 1985). Segundo Piletti (1985, p. 75), para que se consiga obter todas essas vantagens o planejamento deve:

Ser elaborado em função das necessidades e das realidades apresentadas pelos alunos;  
 Ser flexível, isto é, deve dar margem a possíveis reajustamentos sem quebrar a unidade e continuidade. O plano pode ser alterado quando se fizer necessário;  
 Ser claro e preciso, isto é, os enunciados devem apresentar indicações bem exatas e sugestões bem concretas para o trabalho a ser realizado;  
 Ser elaborado em íntima correlação com os objetivos visados;  
 Ser elaborado tendo em vista as condições reais e imediatas de local, tempo e recursos disponíveis.

Na perspectiva discutida para a *Red IRES*, pode se acrescentar que o plano deve apresentar uma grande articulação entre seus elementos. Na perspectiva de plano de ensino defendido nesta tese (subseção 2.2.3), deve-se ainda garantir articulação dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica escolhida pelo professor e deve privilegiar uma perspectiva multiestratégica.

Em uma situação ideal, é no planejamento didático ou de ensino que o professor apresenta maior autonomia para tomar decisões importantes sobre o processo de ensino e aprendizagem. Para ilustrar a autonomia relativa do professor nos diferentes tipos de planejamento didático-pedagógico, Ferrarini (2020) propõe a Figura 43.

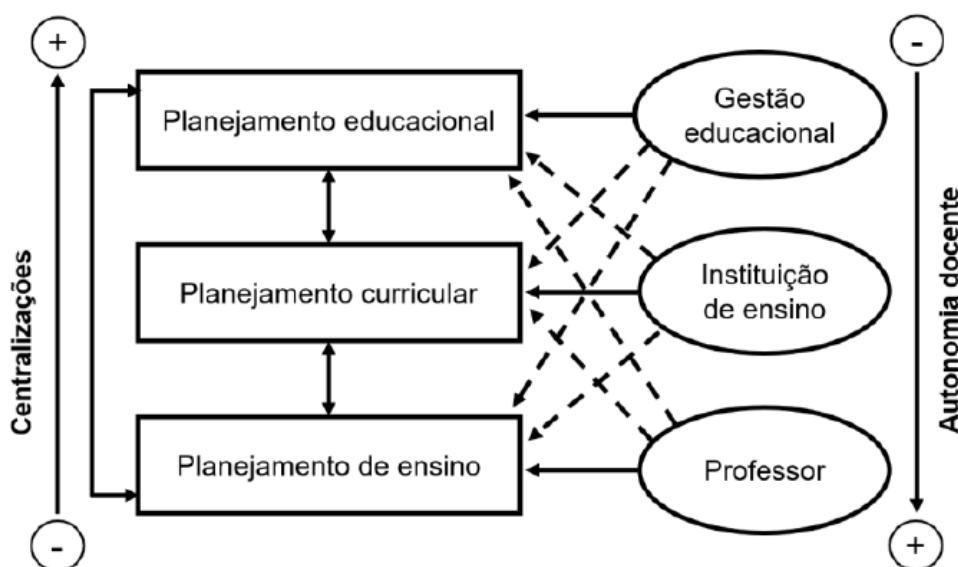


Figura 43. Tipos de planejamento didático-pedagógico, centralização e autonomia docente.

Fonte: Ferrarini (2020, p. 96).

A Figura 43 representa que os 3 tipos de planejamento sofrem interferências da gestão educacional, da instituição de ensino e do professor (flechas segmentadas), sendo cada um preponderante em um tipo (flecha contínua). A autonomia e influência

do professor são maiores e preponderantes no planejamento de ensino que, apesar disso, estão condicionadas ao planejamento educacional e curricular. Nessa perspectiva, a centralidade das ações pode ser maior (imposta pela gestão educacional) ou menor, considerando a proposição por diferentes atores em diferentes contextos. Por fim, é interessante se notar que, em diferentes proporções, os diferentes tipos do planejamento se inter-relacionam e são mutuamente influenciados. Na subseção 2.2.1 se discute essas relações na ótica dos modelos de formação do professor fundamentados na racionalidade técnica, prática e crítica.

Tendo isso posto, o foco desta pesquisa é o planejamento de ensino, devido à centralidade do professor no processo. Na próxima seção, aborda-se com maiores riquezas de detalhes esse nível de planejamento do professor.

### **2.2.1 O planejamento de ensino do professor: histórico, características, componentes e condicionantes.**

Como discutido na seção anterior, há vários níveis de planejamento: do sistema educacional, do sistema escolar, do currículo e do ensino. Esta seção discorre sobre o histórico, as características, as componentes e condicionantes do planejamento didático ou de ensino, particularmente no contexto brasileiro.

Durante o período histórico brasileiro conhecido como ditadura militar (1964-1985), o planejamento do professor passou a ser concebido e/ou fiscalizado por especialistas, alheios à sala de aula. Esses tinham a missão de garantir os interesses políticos do regime vigente (CASTRO; TUCUNDUVA; ARNS, 2008).

O que se pretendia com o planejamento na educação era desestimular discussões críticas sobre o contexto econômico, político e social no ambiente escolar. Considerava-se o planejamento como um instrumento de doutrinação das atividades escolares, com potencialidade de inibir qualquer tipo de reflexão crítica sobre as ações e ideologias do grupo político dominante nesse período (CASTRO; TUCUNDUVA; ARNS, 2008).

O planejamento, portanto, era engessado e restrito a discussões de questões internas das instituições escolares. Fusari (2008, p. 49) destaca que “[...] o que era permitido, incentivado e não oferecia nenhum perigo ao ‘regime’ referia-se às discussões dos problemas internos da escola, analisados pela ótica das técnicas e recursos de ensino e aprendizagem”.

Tendo-se discutido os interesses políticos que balizaram as ações relacionadas ao planejamento, pode-se agora discutir os princípios teóricos imanentes da ideologia tecnicista, conhecido como modelo da racionalidade técnica (ARRUDA, 2015). Esse modelo tecnicista da educação surgiu nos Estados Unidos da América (EUA), nos anos de 1960, com a premissa de que a qualidade da educação estava associada à adoção do modelo empresarial de produção da época, denominado taylorismo. Uma característica medular desse modelo de manufatura capitalista, que teve consequências profundas para a educação, foi a separação entre os setores de planejamento e execução do trabalho (ARANHA, 1990).

Em relação aos pressupostos teóricos, o modelo da racionalidade técnica tinha influências da filosofia positivista e da psicologia behaviorista. A educação usaria de leis causais, obtidas por meio de experimentação e observação (método científico positivista), para resolver objetivamente seus problemas e essas leis poderiam ser utilizados em diferentes realidades (DINIZ-PEREIRA, 2014).

Baseada na teoria psicológica behaviorista, de base positivista, o modelo da racionalidade técnica busca a aprendizagem por meio de modelos experimentais que objetivam o controle do comportamento (ARANHA, 1990). Assim, garante-se a aprendizagem por meio da programação baseada na teoria do reforço de Burrhus Frederic Skinner (FERNANDES; NETO, 2012).

Ademais, o currículo escolar passou a ser pensado para adaptar os alunos às exigências de uma sociedade cada vez mais industrial e tecnológica. O que se pretendia era produzir mão de obra para as indústrias (ARANHA, 1990).

Acompanhando o pensamento taylorista, o professor é considerado um técnico especialista que tem a função de aplicar, de forma não reflexiva, regras oriundas dos conhecimentos científicos e tecnológicos (PEREIRA, 1999). Esse conjunto de normas e ações, impostas aos professores, eram produzidas por especialistas alheios à sala de aula e tinham a função de reger e padronizar o trabalho docente (FARIAS, 2011).

Nas palavras de Aranha (1990, p. 175), nessa perspectiva, o professor:

[...] é um técnico que, assessorado por outros técnicos e intermediado por recursos técnicos, transmite um conhecimento técnico e objetivo. Como é de se esperar, a relação entre professor e aluno exige distanciamento efetivo e não está voltada para a abertura de discussões e debates.



Em síntese, nas palavras de Contreras (2012, p. 101) na racionalidade técnica:

[...] o aspecto fundamental da prática profissional é definido, por conseguinte, pela disponibilidade de uma ciência aplicada que permite o desenvolvimento de procedimentos técnicos para a análise de diagnóstico dos problemas e para o seu tratamento e solução. A prática suporia a aplicação inteligente desses conhecimentos, aos problemas enfrentados por um profissional, com o objetivo de encontrar uma solução satisfatória.

Esse modelo de educação valorizava muito a utilização de recursos didáticos baseados em tecnologia. Buscava-se, por exemplo, utilizar slides, filmes, computadores ou máquinas de ensinar (ARANHA, 1990).

Contreras (2012) aponta que esse tipo de concepção de trabalho docente gera uma dependência e subordinação do professor em relação aos pesquisadores que desenvolvem essas técnicas. Isto, porque o professor é considerado apto apenas a aplicar tais técnicas, não tendo o conhecimento necessário para criá-las. Por consequência, o professor assume uma dependência de conhecimentos prévios e uma subordinação em relação aos fins estruturados para essas técnicas. Nas palavras de Contreras (2012, p. 112), o professor ao ser dependente “de outras instâncias e de outros técnicos de um escalão superior, os quais esboçam seu trabalho ou os modos de racionalização que deverão assumir para si, sua capacidade de ação autônoma se encontra minimizada”.

Ao professor cabe, portanto, aplicar de modo eficiente as técnicas e objetivos educacionais pré-definidos. Não faz parte da atividade docente, na racionalidade técnica, questionar esses objetivos (CONTRERAS, 2012).

Ao considerar o trabalho em sala de aula uma atividade técnica que necessita apenas de um cronograma de execução pré-estabelecido que pode ser utilizado em diferentes realidades, o modelo da racionalidade técnica simplifica demais o processo de ensino e aprendizagem, desconsiderando que cada sala de aula é um espaço complexo, singular e instável com indivíduos com diferentes personalidades e necessidades, e oriundas de distintos contextos políticos, sociais e culturais.

Além disso, situações problemáticas são incertas e, por muitas vezes, únicas. Assim, não se pode solucionar essas situações somente a partir de uma bagagem de conhecimentos técnicos (SCHÖN, 2000). Nas palavras de Contreras (2012, p. 125):

A complexidade das práticas profissionais que enfrentam situações incertas, ou efeitos ambíguos, ou conflitos de valor, não podem ser entendidas como simples mecanismos de aplicação de técnicas ou de translação de regras de decisão ou de esboço.

Outras críticas apontadas ao modelo da racionalidade técnica são: *I)* a alienação do professor produzida pela separação do processo educacional entre os atores, os especialistas que idealizam e planejam o processo e os professores, meros executores de técnicas pré-estabelecidas; *II)* o isolamento profissional do docente gerado por um trabalho essencialmente individualista; *III)* a transformação da prática pedagógica em uma ação neutra e isenta de subjetividade, causada pela exclusão do professor do planejamento de metas e objetivos; *IV)* a excessiva ênfase da teoria sobre a prática, desconsiderando a importância da práxis no processo de ensino e aprendizagem (ALMEIDA, 2001).

Em relação à utilização desse modelo na formação inicial de professores de ciências, Ferreira e Kasseboehmer (2012) destacam que a literatura especializada faz as seguintes críticas: *I)* o professor tem uma autonomia ilusória; *II)* quando confrontado com a realidade de sala de aula, o professor iniciante se sente despreparado para atuar; *III)* fortalece a concepção de que a docência é só um trabalho extra ao misturar a licenciatura com o bacharelado; *IV)* o currículo apresenta maior ênfase nos conteúdos da disciplina ao qual o professor vai lecionar.

No modelo da racionalidade técnica, o processo de formação docente é deixado de lado para dar enfoque à redação técnica e ao preenchimento burocrático de formulários padronizados (FARIAS, 2011). Os moldes e a obrigatoriedade do planejamento impostas aos educadores e às instituições de ensino brasileiras desde a década de 1960 tornaram essa atividade uma ação burocrática e mecânica (RODRIGUES; MOHR, 2014). A tecnicidade do planejamento nesse período era tamanha que, em 1970, fora criado pela Divisão de Assistência Pedagógica (DAP), o órgão da Coordenadoria do Ensino Básico e Normal, um curso para os professores do estado de São Paulo, no qual eles eram treinados para executarem de forma

correta o preenchimento de formulários com os componentes do planejamento (FUSARI, 1998).

Apesar de apresentar um viés tecnicista imposto ao longo dos anos, o ato de planejar as atividades, por si só, não implica em conceber um professor como um técnico especialista que apenas segue o que está preconcebido de forma rígida e sem adaptações. Para um professor forjado no modelo de docência da racionalidade prática, o planejamento seria um orientador das ações, sendo maleável o suficiente para ser replanejado sempre que necessário.

O modelo de docência baseado na racionalidade prática tem como principais expoentes os pesquisadores Lawrence Stenhouse e Donald Schön. Stenhouse trouxe discussões sobre a singularidade das situações vivenciadas em sala de aula e defendeu que, para lidar com tais conjecturas, o professor deveria utilizar sua prática para experimentar e para refletir criticamente sobre suas intervenções (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012). Diferentemente da racionalidade técnica, na qual a ação profissional é considerada externa à realidade vivenciada, na racionalidade prática o professor é considerado pertencente à situação problemática, sendo esta, em parte, originadas por suas próprias ações (CONTRERAS, 2012).

Para discutir a necessidade de refletir sobre a ação, Contreras (2012) argumenta que todo profissional apresenta um conhecimento tácito que se desenvolve em decorrência da repetição de casos semelhantes, gerando expectativas, imagens e técnica que formam um repertório de procedimentos de como agir. No entanto, esse conhecimento tácito, devido à instabilidade e singularidades das situações enfrentadas em sala de aula, falha em vários momentos. É nesses momentos de falha do conhecimento atual, que o professor deve ser apto a mobilizar seus conhecimentos para avaliar a situação, criar novas perspectivas e resolver problemas não previstos no nível de atuação tácito.

Assim, Schön propõe que o professor deveria ser um pesquisador no contexto da prática, tendo autonomia para refletir sobre a solução de problemas oriundos da vivência em sua profissão (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012). Contreras (2012, p. 121), no entanto, alerta que:

Esta reflexão na ação profissional não é necessariamente algo pontual e rápido. Estaria, mais precisamente, em relação com os limites do tempo que a própria prática impõe. Assim, os professores podem-se encontrar em processos imediatos de reflexão na ação no caso de terem de responder a uma alteração imprevista no ritmo da classe; mas estes processos podem ser mais prolongados, podendo durar inclusive todo o tempo do curso, quando, por exemplo, quiserem melhorar a integração de um de seus alunos no grupo ou quando encontrarem dificuldade em relação aos efeitos que uma determinada estratégia metodológica ocasiona.

Nesse novo modelo de docência, a prática é revalorizada e, quando usada de forma reflexiva aliada à teoria, é considerada imprescindível para produção de conhecimentos docentes. Um professor pesquisador de sua própria prática é capaz de lidar, mais efetivamente, com situações únicas que surgem no contexto da sala de aula (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012). Contreras (2012, p. 121) ressalta que esse profissional prático deve “manipular grande quantidade de informação, selecionado os traços relevantes e extraíndo consequências a partir do conhecimento profissional de casos anteriores, reconhecendo a singularidade da nova situação em comparação com as outras”.

Assim, o professor à luz da racionalidade prática deixa de ser “refém” de técnicas e teorias pré-estabelecidas por especialistas e passa a ser um produtor de conhecimento capaz de planejar, avaliar e replanejar intervenções em situações únicas e complexas que surgem no dia a dia da profissão. É importante se considerar que a resposta apresentada por uma determinada situação ao ser transformada, interage e modifica a compreensão e os conhecimentos do professor. Reflexão e ação são, portanto, indissociáveis (CONTRERAS, 2012).

Não se pode deixar de ressaltar que toda essa reflexão sobre a prática traz como plano de fundo uma série de posicionamentos e valores do professor, que aliados à sua formação teórica, distancia sua prática da neutralidade defendida pelas ideias positivistas do modelo tecnicista. Para Contreras (2012), a autonomia de um profissional reflexivo, como um professor forjado na racionalidade prática, está ligada ao trabalho de sala de aula. Dessa forma, para o autor, os valores e significados da educação desenvolvidos no dia a dia escolar estão diretamente ligados a pretensões pessoais de cada docente. A consequência disso, nas palavras de Contreras (2012, p. 143), é que “[...] o desenvolvimento de valores educacionais não pode se realizar a partir das instituições ou sabedorias que surgem de fora da própria prática se não houver professores dispostos a participar das ideias que alimentam essas posições”.

Em relação à autonomia do professor na racionalidade prática, Ferreira e Kasseboehmer (2012, p. 33) ressaltam que:

[...] a educação raramente melhora, quando as decisões são tomadas exteriormente àqueles que a praticam; então, parece evidente que um professor reflexivo seja mais autônomo. Isso porque, ao refletir sobre sua prática, torna-se apto a resolver e a deliberar sobre o campo em que trabalha.

No modelo da racionalidade prática, portanto, o planejamento deixa de ser engessado e produzido por técnicos especialistas e passa a ser um momento de reflexão e de formação docente. A grande problema disso, segundo a literatura, é que se corre o risco de o professor limitar suas reflexões a elementos da intervenção didático-pedagógica em sala de aula e ficar alienado das questões políticas, sociais e econômicas (CONTRERAS, 2011; FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012; SCHÖN, 1983).

Ao exercer sua profissão, o professor está sujeito a pressões e contradições de uma sociedade plural e, acima de tudo, desigual e injusta. Trabalhar em uma perspectiva reflexiva pode deixar o professor preso a um processo de ação e reflexão restrito ao ambiente de sala de aula, levando-se em conta apenas o seu contexto imediato. No entanto, o trabalho docente está condicionado a fatores estruturais da própria educação e a questões sociais e culturais da sua época, que muitas vezes, não são reconhecidos pelos professores (CONTRERAS, 2012).

Visando vencer essas contradições, surge, então, o modelo da racionalidade crítica que, segundo Ferreira e Kasseboehmer (2012, p. 35):

[...] concebe a educação como uma atividade social e política, historicamente localizada. Nesse modelo, compreende-se que a subjetividade e as condições econômicas afetam a aprendizagem, e professores e estudantes devem ser tornar questionadores do conhecimento, do poder e das condições que o circundam.

Assim, o professor deve, constantemente, questionar a sua concepção de sociedade, de escola e de ensino. O propósito é assumir a responsabilidade de transformação do pensamento e das práticas sociais dominantes que geram desigualdades e injustiças (CONTRERAS, 2012).

Ferreira e Kasseboehmer (2012, p. 36) argumentam que os professores forjados na racionalidade crítica, quando:

[...] se inserem em uma escola, seu processo de socialização não se restringe a enquadrar-se às burocracias e à maneira de lidar com os estudantes, os pais e os colegas de trabalho. O professor, inicialmente, se questiona sobre sua concepção de sociedade, de escola e educação e qual seu papel para a transformação social, rumo a um mundo mais justo e solidário. As perguntas que norteiam sua reflexão não são apenas “como ensinar”, mas “por que ensinar” aquela disciplina, para aqueles estudantes e para aquela sociedade.

Contreras (2012, p. 173), fundamentado nas ideias de Henry Giroux e Antonio Gramsci, argumenta que a docência deve ser entendida como um trabalho social no sentido de:

[...] desenvolver um conhecimento sobre o ensino que reconheça e questione sua natureza socialmente construída e o modo pelo qual se relaciona com a ordem social, bem como analisar as possibilidades transformadoras implícitas no contexto social das aulas e do ensino.

A reflexão crítica da atuação docente exige uma prática libertadora e emancipação dos professores. Para Contreras (2012, p. 202), os esforços estão em:

[...] descobrir as formas pelas quais os valores ideológicos dominantes, as práticas culturais e as formas de organização podem não só limitar as possibilidades da ação do professor, mas também as próprias perspectivas de análise e compreensão do ensino, de suas finalidades educativas e de sua função social.

Retomando a discussão sobre a autonomia do professor, desenvolvida anteriormente, agora com a perspectiva das racionalidades técnica, prática e crítica, apresenta -se a síntese proposta por Contreras (2012) (Quadro 8).

Quadro 8. Autonomia profissional de acordo com os modelos de formação de professores.

|                                            | <b>MODELOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES</b>                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | <i>Racionalidade técnica</i>                                                                                                                                                                                                                          | <i>Racionalidade prática</i>                                                                                                                                                                                                                                                         | <i>Racionalidade Crítica</i>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Concepção de autonomia profissional</b> | Autonomia como <i>status</i> ou como atributo. Autoridade unilateral do especialista. Não ingerência. Autonomia ilusória: dependência de diretrizes técnicas, insensibilidade para os dilemas, incapacidade de resposta criativa diante da incerteza. | Autonomia como responsabilidade moral individual, considerando os diferentes pontos de vista. Equilíbrio entre a independência de juízo e a responsabilidade social. Capacidade para resolver criativamente as situações-problema para realização prática das pretensões educativas. | Autonomia como emancipação: liberação profissional e social das opressões. Superação das distorções ideológicas. Consciência crítica. Autonomia como processo coletivo (configuração discursiva de uma vontade comum), dirigindo à transformação das condições institucionais e sociais do ensino. |

Fonte: adaptado de Contreras (2012, p. 211).

Fundamentados nessas visões de modelo de formação de professores, pode-se concluir que o ato de planejar faz com que o processo de ensino e aprendizagem deixe de ser uma ação improvisada e passe a ser uma ação sistematizada e intencional. Ademais, deve-se pensar o planejamento com um processo e reflexivo e crítico.

Ações improvisadas na educação devem ser eventuais, sendo utilizadas para controlar situações singulares oriundas do ambiente complexo da sala de aula. A ausência de planejamento acaba por colocar o ensino no campo de improvisações frequentes e isso compromete justamente a consecução dos objetivos sociais das instituições de ensino (FUSARI, 1998).

Essa concepção de planejamento dinâmico e balizador das atividades docentes explicita a ação formativa que essa atividade representa para o educador. Pensar o planejamento de ensino do professor como um movimento formativo implica reconhecer o trabalho docente como um processo sistemático e consciente.

O trabalho formativo do planejamento, portanto, consiste na reflexão, embasada na teoria e na prática, sobre questões relacionadas aos objetivos de aprendizagens, aos conteúdos da disciplina, os procedimentos metodológicos e os processos de avaliação do aluno e do professor (LEAL, 2005).

Diferenciando, ainda, o documento que é originado da ação de planejar do processo formativo de planejamento das atividades docentes, Haydt (2001, p.72) destaca que:

[...] o planejamento didático também é um processo, que envolve operações mentais como: analisar, refletir, definir, selecionar, estruturar, distribuir ao longo do tempo, prever formas de agir e organizar. A culminância, ou melhor, o resultado do processo de planejamento da ação docente é o plano didático. Em geral, o plano didático assume a forma de um documento escrito, pois é o registro das conclusões do processo de previsão das atividades docentes e discentes.

Segundo Libâneo (2006, p.222), pode-se definir o planejamento de ensino do professor como: “[...] um processo de racionalização, organização e coordenação da ação docente, articulando a atividade escolar e a problemática do contexto social”. Nesse sentido, as palavras política e pedagógica são indissociáveis, pois todo planejamento escolar leva em consideração interesses reais individuais e coletivos da sociedade (VEIGA, 2008).

Padilha (2001) avança na definição de planejamento colocando-o como um processo necessariamente coletivo. Para o autor, planejar é uma:

[...] atividade intrínseca à educação por suas características básicas de evitar improvisação, prever o futuro, de estabelecer caminhos que podem nortear mais apropriadamente a execução da ação educativa, especialmente quando garantida a socialização do ato de planejar, que deve prever o acompanhamento e a avaliação da própria ação (PADILHA, 2001, p. 45).

Além disso, no contexto educacional, o planejamento adquire a função de explicitar as intenções educativas tanto da escola como do professor. Como descreve Leal (2005, p. 1), o planejamento “é um ato político-pedagógico porque revela intenções e a intencionalidade, expõe o que se deseja realizar e o que se pretende atingir”.

Segundo Ferraz e Belhot (2010, p. 421), explicitar os objetivos de aprendizagem é fundamental para poder desenvolvê-los, uma vez que:



[...] é notório que é mais fácil atingir objetivos quando estes estão bem definidos, entretanto fica mais difícil, para os discentes, atingirem o nível de desenvolvimento cognitivo, por não saberem exatamente o que deles é esperado durante e após o processo de ensino.

O ato de planejar o ensino, por conseguinte, fundamenta-se em criar condições para se cumprir objetivos previamente traçados. Para Leal (2005, p. 1), “o planejamento é um processo que exige organização, sistematização, previsão, decisão e outros aspectos na pretensão de garantir a eficiência e eficácia de uma ação, quer seja em um nível micro, quer seja no nível macro.”

Para Ferraz e Belhot (2010, p. 421), o processo de planejamento inclui: “[..] escolha do conteúdo, de procedimentos, de atividades, de recursos disponíveis, de estratégias, de instrumentos de avaliação e da metodologia a ser adotada por um determinado período. Assim, o planejamento é um facilitador do trabalho do docente e do aluno, pois permite prever todo o desenvolvimento das atividades em sala de aula.

Projetar os momentos educacionais auxilia na conciliação dos objetivos educacionais com os meios utilizados para alcançá-los e com as formas avaliativas escolhidas. A compatibilidade entre os conteúdos, métodos de ensino e avaliação do processo são cruciais para uma aprendizagem efetiva e duradoura (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Em resumo, as funções do planejamento de ensino do professor são: *I)* estabelecer princípios, diretrizes e procedimentos do trabalho docente; *II)* explicitar objetivos, método, conteúdos e forma de organizar esses conteúdos; *III)* organizar e sistematizar o trabalho para evitar imprevistos; *IV)* planejar as ações educativas levando em consideração exigências e contexto social; *V)* garantir que a escolha de objetivos, métodos e meios de avaliação sejam coerentes entre si; *VI)* atualizar e aperfeiçoar constantemente o planejamento; *VII)* facilitar o planejamento das aulas (LIBÂNEO, 2006).

Além das características mencionadas acima, Haydt (2006) destaca que o planejamento deve ter: *I)* continuidade e sequência, ou seja, deve ter ações integradas do começo ao fim; *II)* flexibilidade, sendo possível ajustar o mesmo às situações singulares que ocorrem em sala de aula; *III)* precisão e clareza, tanto na linguagem como na explicitação das intenções educacionais.

Para Menegolla e Sant'Anna (2014), são características que um bom planejamento deve ter: I) objetividade e realismo, o plano deve ser objetivo para a realidade ao qual foi criado; II) funcionalidade, ou seja, deve ser pensado para ser executar com facilidade e objetividade; III) simplicidade, deve ser facilmente compreensível e viável; IV) flexibilidade, o planejamento tem que ser maleável o suficiente para abarcar possíveis modificações exigidas pela singularidade do processo de ensino e aprendizagem em cada sala de aula; V) utilidade, deve atender às necessidades reais dos alunos.

Apesar do protagonismo das visões educacionais individuais de cada professor durante o processo de planejamento do ensino, essa ação não é totalmente livre, sendo balizada por uma série de condicionantes objetivos e subjetivos que englobam fatores como estágio de desenvolvimento dos alunos; as condições físicas e recursos da escola; o contexto político, econômico e social que a escola está inserida; as expectativas dos alunos e a filosofia de trabalho da escola (LEAL, 2005).

Sendo assim, durante a elaboração do planejamento, lida-se com duas dimensões: as pretensões educativas e a realidade objetiva. Pode-se considerar as pretensões educativas como os ideais educacionais que se deve alcançar. A realidade objetiva, portanto, funciona como um balizador desse ideal com as condições reais encontradas no cotidiano escolar (BEGO, 2013).

Sobre as condicionantes do planejamento de ensino, Rios (1992, p. 77) argumenta ainda que:

[...] a Escola, enquanto parte de um organismo mais amplo que é a sociedade, ou de uma estrutura de que fazem parte também os órgãos centrais do sistema educacional, tem em relação a eles, uma autonomia relativa. Não se trata de uma dependência absoluta ou de uma completa independência -o que existe é uma Interdependência. E é nessa situação que os educadores são desafiados a definir suas ações, a organizar os projetos. Os projetos que se organizam nas unidades escolares atenderão às exigências específicas de cada uma delas, levando em conta sua situação peculiar, mas também estarão conectados com outros projetos, com diretrizes que se definem em âmbito amplo do conjunto da sociedade.

Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993) destacam que o planejamento de ensino do professor é condicionado a 3 fatores relacionados a sua preparação como

profissional que são: formação científica, formação didática e o modelo educacional por ele aderido.

As funções do planejamento elencadas e discutidas acima deixam claro sua importância para a educação. No entanto, a herança tecnicista dessa atividade, a falta de condições de trabalho que o professor enfrenta e as deficiências das formações iniciais e continuada de professores tornaram, no geral, a atividade de planejamento negligenciável.

Alguns professores acreditam que o sucesso no processo de ensino e aprendizagem pode ser alcançado apenas fazendo uso de sua experiência (MORETTO, 2007). Outros apoiam seu trabalho em sala de aula em resumos de conteúdos de livros didáticos que são adequados ao tempo disponível para a aula, desconsiderando as condições singulares que enfrenta na instituição que trabalha (CASTRO; TUCUNDUVA; ARNS, 2008). Nesse sentido, o documento que orienta o trabalho na educação de jovens e adultos destaca que:

Muitas vezes os professores trocam o que seria o seu planejamento pela escolha de um livro didático. Infelizmente, quando isso acontece, na maioria das vezes, esses professores acabam se tornando simples administradores do livro escolhido. Deixam de planejar seu trabalho a partir da realidade de seus alunos para seguir o que o autor do livro considerou como mais indicado (BRASIL, 2006, p. 40).

Outra função do planejamento que é desprezada é sua atualização. O que acontece com frequência é simplesmente o professor copiar o planejamento que foi realizado em outra ocasião ou por outro profissional, sem se preocupar em adequá-lo baseado na realidade escolar ou nas reflexões realizadas em experiências anteriores (FUSARI, 1998).

Várias podem ser as razões para a falta de importância dada pelos professores para a consecução do planejamento, dentre elas a sua herança tecnicista, o enredo burocrático que esse plano ganhou, as condições de trabalho dos professores (FARIAS *et al.*, 2011), as deficiências quanto a esse tema nos cursos de formação inicial e continuada de professores (MENEGOLLA; SANT'ANNA, 2014), ou até mesmo à falta de preparo dos profissionais em termos de saberes docentes.

As discussões apresentadas nesta seção sobre o planejamento do professor fazem parte de um arcabouço geral que não se centraliza nas especificidades de cada tipo de conteúdo e, conseqüentemente, das chamadas didáticas específicas. O que

se pretende discutir na próxima seção são as especificidades do planejamento de ensino do professor para o Ensino de Ciências.

### 2.2.2 O planejamento de ensino na perspectiva da Didática das Ciências

Na seção anterior, discutiu-se sobre alguns aspectos importantes do planejamento do professor, a sua execução em termos da racionalidade técnica, prática e crítica e as funções e condicionantes para a produção desse planejamento. Nessa seção, discute-se sobre alguns elementos do planejamento de ensino especialmente ligados às especificidades da área da Didática das Ciências, que apresenta um *modus operandi* próprio.

Fundamentados essencialmente em uma revisão sistemática da literatura, Alves e Bego (2020) propuseram delimitações e definições para os elementos do planejamento didático-pedagógico na área de Ciências. A referida revisão foi realizada para o período de 2012 a 2016 e foi desenvolvida entre os meses de novembro de 2016 e janeiro de 2017, tendo-se uma atualização de algumas revistas em 2019. Como fontes de informação foram utilizados periódicos da área de Ensino (*Qualis* CAPES<sup>45</sup> A1 e A2); anais de congressos da área de Ensino e Educação (Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação-ANPED, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC e Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino-ENDIPE); e do catálogo de teses de dissertações da CAPES<sup>46</sup>.

Como descritores para a pesquisa foram selecionados: metodologia, método, estratégia, recurso e técnica. Para o período de 2012 a 2016 foram encontrados 403 trabalhos, sendo: 144 artigos de revistas; 45 dissertações de mestrado; 9 teses; e 205 trabalhos e pôsteres de eventos. Os autores trataram os dados utilizando os princípios da análise de conteúdo (ALVES; BEGO, 2020).

Para as definições e delimitações dos diferentes elementos do planejamento didático-pedagógico, os autores utilizaram a sistemática proposta por Rios (2006). Para Rios (2006), deve-se fazer um trabalho de elencar as origens etimológicas das palavras, os significados dicionarizados, os sentidos em um contexto amplo e no contexto específico da educação. Por meio de todas essas influências e significados

---

<sup>45</sup> Disponível em:

<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>

<sup>46</sup> Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>

foram propostas as definições para elementos centrais do planejamento de ensino (ALVES; BEGO, 2020).

Nessa perspectiva, Alves e Bego (2020, p. 71) argumentam que, na revisão realizada, constatou-se que há “ausência de equivalência terminológica para os termos estratégia, metodologia, método, técnica e recurso. Além disso, a maioria absoluta dos trabalhos utiliza esses termos desvinculados de definições e referenciais teóricos”.

A definição de cada elemento do planejamento proposto por Alves e Bego (2020), suas características e exemplos estão apresentados no Quadro 9.

Quadro 9. Elementos do planejamento, definições, características e exemplos.

| Elementos do planejamento        | Compreensão do termo                                                                                                                                                                                                                                  | Características                                                                                                                                                                                                                | Extensão do termo                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Metodologia</b>               | É toda teoria sobre o processo de ensino e aprendizagem. Está relacionada com as concepções psicológicas e pedagógicas de fundo sobre aprendizagem, a natureza da ciência, a função da educação escolar e os papéis do professor e dos alunos em aula | Abarca estratégias de ensino e avaliação e recursos. Situa-se em um plano teórico e social do planejamento desenvolvido pela comunidade acadêmica. Responsável por moldar e orientar todos os demais elementos do planejamento | Ensino por transmissão; Ensino por descoberta; Ensino por Investigação; Três momentos pedagógicos; Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade; <i>Problem-Based Learning</i> .                                                                                            |
| <b>Estratégia</b>                | Conjunto de ações intencionadas e planejadas do professor para a consecução dos objetivos de aprendizagem propostos, ou seja, trata-se do elemento do planejamento responsável pela consecução dos objetivos                                          | É flexível, moldada a partir de determinada abordagem metodológica de ensino. É definida, em geral, após a delimitação dos objetivos                                                                                           | Experimentação; Uso de mapas conceituais; Aplicações de estudos de casos; Uso de jogos didáticos; Utilização de modelos, analogias e metáforas; Uso da História e Filosofia da Ciência; Exibição de documentários e ficção científica; Aprendizagem centrada em eventos. |
| <b>Técnica</b>                   | Conjunto de ações planejadas pelo professor a fim de se cumprir um objetivo pré-estabelecido (Pode ser considerada sinônimo de estratégia)                                                                                                            | Opta-se pelo uso do termo estratégia, por esse termo se associar ao tecnicismo, dentre outras razões                                                                                                                           | Os mesmos exemplos de estratégia                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Método</b>                    | Conjunto formado por estratégias e recursos didáticos, resultado dos ajustes e moldagens sofridos em virtude de uma concepção metodológica de fundo e dos condicionantes concretos de atuação docente                                                 | Muda em função do ponto de vista e dos propósitos do professor. Está em um plano prático e pessoal do planejamento                                                                                                             | É específico para cada planejamento em dada realidade escolar                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Recursos</b>                  | São meios físicos que dão suporte e são veículos de algum conteúdo                                                                                                                                                                                    | Dão suporte para o desenvolvimento das estratégias didáticas e não são produzidos necessariamente pelo professor                                                                                                               | Lousa; giz; tabela periódica; revistas; jornais; <i>datashow</i> ; <i>notebooks</i> ; <i>internet</i> ; vídeo; filme; vidrarias e reagentes                                                                                                                              |
| <b>Materiais de aprendizagem</b> | Materiais preparados por professor e/ou alunos para a realização de atividades específicas na sala de aula                                                                                                                                            | Elaborados por professor e/ou alunos                                                                                                                                                                                           | Um mapa conceitual; um roteiro experimental; uma lista de exercícios; uma apresentação de slides etc.                                                                                                                                                                    |

Fonte: Alves e Bego (2020, p. 88 - 89).

Um ponto importante a se destacar em relação ao Quadro 9 se refere à diferenciação entre os termos método e metodologia. Nas palavras de Alves e Bego (2020, p. 86):

[...] propõe-se que método não se confunde com metodologia, uma vez que a metodologia está relacionada ao plano teórico acerca das concepções de fundo sobre o processo de ensino e aprendizagem. A metodologia se relaciona ao caráter social da área em termos das proposições de abordagens para o ensino pautadas em determinadas concepções, princípios e pressupostos. O método, porém, possui caráter mais concreto e envolve a aplicação ajustada de uma abordagem metodológica. Logo, o método diz respeito à adaptação e reelaboração de uma perspectiva metodológica de ensino realizada por um professor em um dado contexto concreto. Ao contrário da metodologia, o método apresenta marcadamente um caráter personalizado.

Dessa forma, na classificação dos autores, o método é uma construção própria de cada professor que se desenvolve na tentativa do professor de inserir uma determinada abordagem metodológica, entendida como sinônimo de metodologia, na sua prática real de sala de aula (ALVES; BEGO, 2020). O método, portanto, surge da interação do plano teórico (metodologia) com os problemas práticos-profissionais de sala de aula.

Em relação ao referencial da *Red IRES* adotado nesta tese, se espera que a interação entre metodologia e problemas práticos-profissionais ocorra na perspectiva do conhecimento profissional desejado. Dessa forma, o professor desenvolveria seu método próprio (chama pelo *Red IRES* de modelo didático de pessoal) por meio da articulação dos saberes acadêmicos, os princípios e crenças, as teorias implícitas e os guias e rotinas de ação. Importante que essa construção pessoal e singular ocorra intermediada por teorias práticas.

Para desenvolver uma explicação mais robusta da diferença entre método, metodologia e estratégia, Alves e Bego (2020) propõem o esquema da Figura 44.

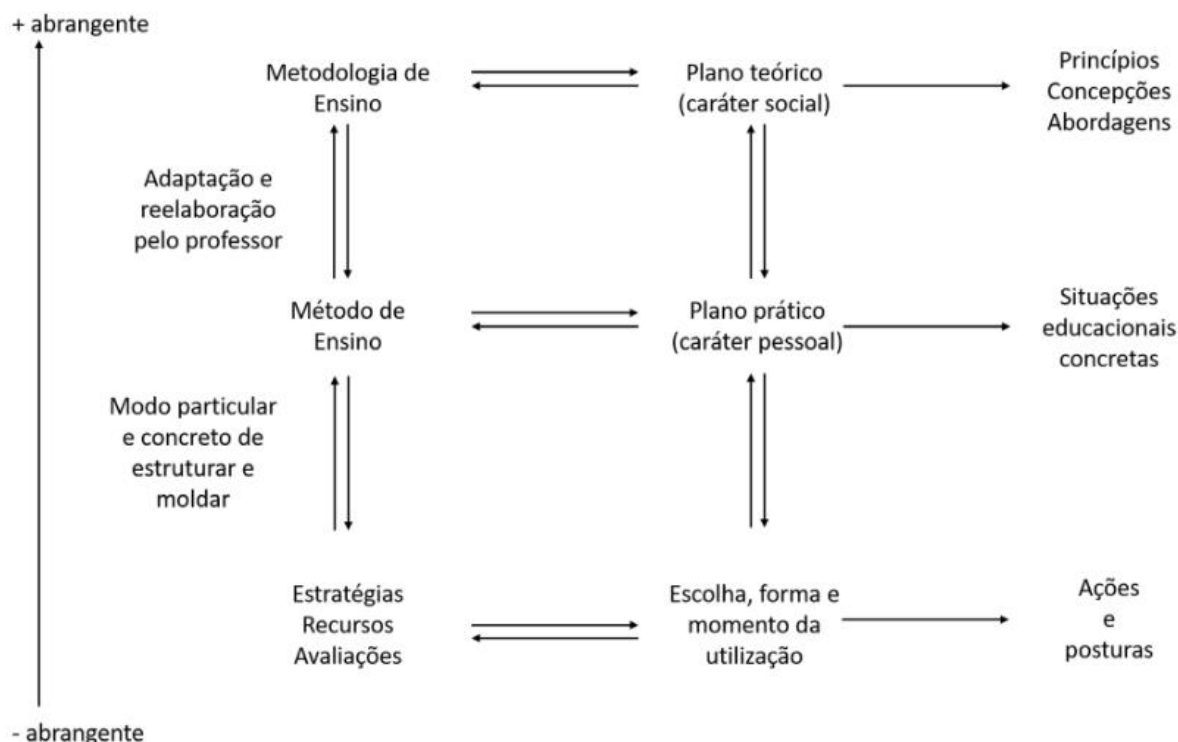


Figura 44. Características e relações entre os elementos do planejamento e a prática pedagógica do professor.

Fonte: Alves e Bego (2020, p. 87).

Para explicar o esquema da Figura 44, os autores (2020, p. 87) argumentam que:

[...] a metodologia de ensino está em um plano teórico e se relaciona com as estratégias no sentido de orientar teoricamente os critérios de sua seleção e organização. Já o método de ensino está em um plano prático do planejamento, pois se caracteriza por ser um modo particular e concreto de cada professor de moldar e estruturar estratégias e os recursos didáticos. Destaca-se, também, a metodologia como sendo o elemento mais abrangente do planejamento e que todos os elementos (metodologia, método, estratégias, recursos e avaliação) estão interligados.

Conforme destacado por Alves e Bego (2020), os elementos do planejamento do professor, apresentados no Quadro 9, inter-relacionam-se. Dessa forma, estes não podem ser pensados de forma parcial e desconectada. As escolhas do professor para cada opção, dentro das categorias de elementos, devem ser ponderadas de forma articulada para que tenham funcionalidade e para que o planejamento como um todo tenha coerência metodológica à luz de dada perspectiva pedagógica. Uma proposta de inter-relações entre os elementos no planejamento de ensino é apresentada por Alves e Bego (2020) por meio do mapa conceitual da Figura 45.



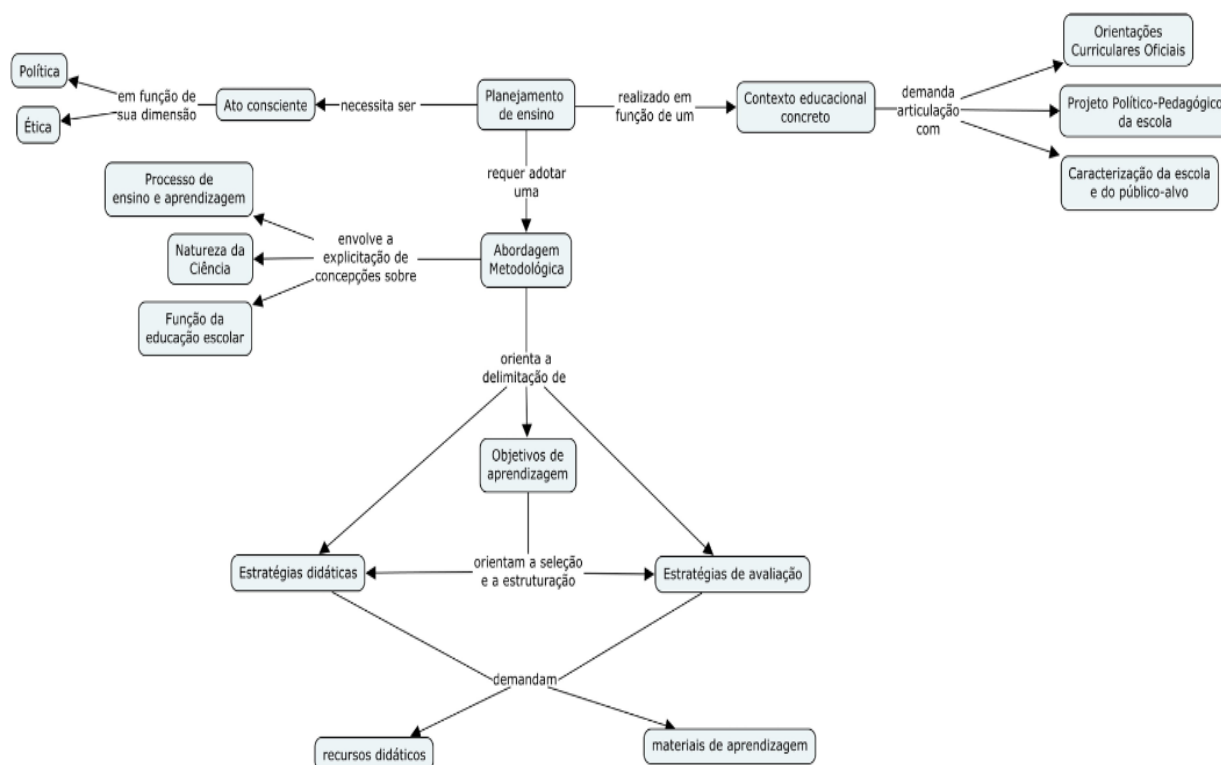


Figura 45. Fluxograma de delimitação das ações do planejamento curricular. Mapa conceitual dos elementos e modo de estruturar o planejamento de ensino do professor.

Fonte: Alves e Bego (2020, p. 90).

Um ponto importante destacado pelos autores, na Figura 45, é a utilização da abordagem metodológica como o eixo central do planejamento. Nas palavras de Alves e Bego (2020, p. 91):

Do ponto de vista do ato de planejar o Ensino e Ciências, defende-se que a abordagem metodológica orienta o processo instrucional e consiste em um elemento essencial do planejamento, o qual envolve a explicitação de concepções sobre o processo de ensino e aprendizagem, a natureza da ciência e a função da educação escolar.

Pensar o planejamento de ensino de forma a articular seus diferentes elementos, abarcando inclusive as características apontadas por Haydt (2006) - coerência, continuidade e sequência, objetividade e funcionalidade e precisão e clareza - não é um processo trivial, tão pouco automático. Um empreendimento dessa magnitude requer, portanto, sistematização, mediação e organização.

Na literatura pode-se encontrar uma série de modelos de planejamento de ensino, a se destacar: o Modelo Topológico de Ensino proposto por Giordan e Guimarães (2013); o modelo de Unidade Didática articulada por meio de sequências

didáticas, proposto por Sanmartí (2002); o modelo de Unidades Didáticas de Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993); e o modelo de Unidades Didáticas Multiestratégicas proposto por Bego (2016).

Na próxima subseção apresenta-se, com maiores detalhes, esses 3 últimos modelos de planejamento para o Ensino de Ciências.

### **2.2.3 O modelo de planejamento de Unidades Didáticas Multiestratégicas**

Durante o processo de planejamento de suas atividades, é comum que o professor de ciências apresente algumas dúvidas em relação aos conteúdos que vai abordar, como desenvolver esses conteúdos, quais os experimentos ou atividades que vai utilizar, entre outras. Diante dessa problemática, Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993) propuseram um modelo de planejamento intitulado de Unidade Didática (UD).

Para construir uma UD, o professor deve desenvolver 5 tarefas, sendo elas: I) análise científica; II) análise didática; III) seleção dos objetivos; IV) seleção das estratégias didáticas; V) definição da avaliação. Uma síntese das tarefas com seus respectivos procedimentos e objetivos são apresentadas no Quadro 10 (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

No artigo de proposição da UD (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993, p. 34, tradução livre<sup>47</sup>), os autores argumentam que sua criação teve como objetivos: “fornecer referências teóricas que possam apoiar a tomada de decisão do professor no planejamento e facilitar um procedimento para abordar cada uma dessas tarefas”.

---

<sup>47</sup> “Perseguimos un doble propósito: proporcionar las referencias teóricas que puedan fundamentar la toma de decisiones del profesor en la planificación y facilitar un procedimiento para abordar cada una de estas tareas”.

Quadro 10. Síntese das etapas para planejamento de uma UD.

| OBJETIVOS                                                                                                                                                 | PROCEDIMENTOS                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I. ANÁLISE CIENTÍFICA</b>                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                            |
| a) Reflexão e atualização científica do professor<br>b) Estruturação dos conteúdos                                                                        | 1) Selecionar os conteúdos<br>2) Definir o esquema conceitual<br>3) Delimitar os procedimentos científicos<br>4) Delimitar as atitudes científicas                                         |
| <b>II. ANÁLISE DIDÁTICA</b>                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                            |
| a) Delimitação das condicionantes do processo de ensino e aprendizagem: adequação ao aluno                                                                | 1) Levantar as concepções prévias dos alunos<br>2) Considerar as exigências cognitivas dos conteúdos<br>3) Definir implicação para o ensino                                                |
| <b>III. SELEÇÃO DOS OBJETIVOS</b>                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                            |
| a) Reflexão sobre o potencial aprendido dos alunos<br>b) Estabelecimento de referências para o processo de avaliação                                      | 1) Considerar conjuntamente as análises científica e didática<br>2) Definir prioridades e classificá-las                                                                                   |
| <b>IV. SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS</b>                                                                                                              |                                                                                                                                                                                            |
| a) Determinação das estratégias que serão utilizadas para o desenvolvimento do tema<br>b) Definição das tarefas a serem realizadas por professor e alunos | 1) Considerar as abordagens metodológicas para o ensino<br>2) Desenhar a sequência geral de ensino<br>3) Selecionar as atividades de ensino<br>4) Desenvolver os materiais de aprendizagem |
| <b>V. SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO</b>                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |
| a) Avaliação da unidade planejada<br>b) Avaliação do processo de ensino e aprendizagem dos alunos                                                         | 1) Definir o conteúdo da avaliação<br>2) Determinar atividades e momentos do desenvolvimento do tema<br>3) Desenvolver instrumentos para a coleta das informações                          |

Fonte: traduzido de Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993, p. 35).

Uma importante premissa da UD é considerar tanto o ponto de vista do ensino (o professor) quanto da aprendizagem (o aluno). Justamente por isso, a confecção da UD é iniciada com as etapas de análise científica e de análise didática (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

A execução da análise científica tem os objetivos de selecionar/organizar os conteúdos a serem trabalhados na UD. Estes devem estar em consonância com o atual entendimento sobre a natureza da ciência, e estimular a atualização científica do professor, que deve ocorrer a partir de um processo de reflexão docente (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

O processo de seleção e organização dos conteúdos deve classificá-los em conceituais, atitudinais e procedimentais. Apesar dessa separação, que tem como fim organizar as ações a serem desenvolvidas, esses conteúdos são interdependentes e, portanto, não devem ser trabalhados separadamente. Os conteúdos conceituais estão ligados ao “saber” (princípios, leis e teorias), os procedimentais ao “saber fazer”

(experimentação, tratamentos de dados, entre outros) e os atitudinais ao “ser” (assunção de uma pauta geral de comportamento ou uma atitude) (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

Um ponto importante a se considerar na escolha dos conteúdos é que a duração de uma UD depende da amplitude e da complexidade do esquema conceitual que se pretende trabalhar. Para a estruturação dos conteúdos deve-se começar selecionando os conteúdos científicos mais gerais. A partir desses conteúdos mais gerais, deve-se inserir os conteúdos relevantes para a identificação, inter-relação e avaliação do objeto de estudo. Tendo finalizado o processo de escolha dos conteúdos, os autores alertam para a necessidade de apresentar um esquema conceitual, como um mapa conceitual, por exemplo (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

A tarefa da análise didática tem o propósito de definir as condições do processo de ensino e aprendizagem. O foco é a capacidade cognitiva do aluno, ou seja, o que ele é capaz de fazer e aprender em qualquer situação. Os critérios que podem ser utilizados para determinar o nível cognitivo dos alunos são: seu conhecimento da matéria e seu nível de desenvolvimento operacional, em relação ao entendimento do conteúdo científico (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

Assim, na análise didática, deve-se investigar os conhecimentos prévios dos alunos em relação aos conceitos selecionados para a UD e os conteúdos que servem de pré-requisito para a aprendizagem desses novos conceitos. Esse processo pode ocorrer tanto em análises na literatura quanto em investigações em sala de aulas, ou em ambas (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

Segundo Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993, p. 39<sup>48</sup>), como produtos dessa tarefa deve-se determinar:

---

<sup>48</sup> [...] a) el punto de partida del esquema conceptual que queremos desarrollar; b) los conceptos más problemáticos; c) la adecuación de los procedimientos implicados; d) los objetivos prioritarios relativos al aprendizaje del alumno; e) las actividades que hemos de seleccionar para favorecer el proceso de aprendizaje; f) las referencias que debemos considerar para la evaluación de los aprendizajes de los alumnos.

[...] a) o ponto de partida do esquema conceitual que queremos desenvolver; b) os conceitos mais problemáticos; c) a adequação dos procedimentos envolvidos; d) os objetivos prioritários relacionados à aprendizagem dos alunos; e) as atividades que temos que selecionar para favorecer o processo de aprendizagem; f) as referências que devemos considerar para a avaliação da aprendizagem de os alunos.

A seleção dos objetivos deve levar em consideração as informações obtidas na análise científica e didática, uma vez que o mesmo conteúdo pode ser tratado em níveis diferentes de complexidade. Deve-se, conjuntamente, considerar as intenções educacionais que se pretende atingir, balizadas pelas orientações oficiais para a educação. Nesse momento, a classificação em conhecimentos conceitual, procedimental e atitudinal devem ser consideradas (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

A seleção das estratégias de ensino deve ser pensada de modo a garantir que os objetivos estipulados sejam alcançados. Esse processo envolve a explicitação: *I)* da abordagem metodológica: deixa claro as funções de professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem; *II)* da sequência de ensino que será desenvolvida: demonstra como a abordagem metodológica do professor será efetivada em sala de aula; *III)* das atividades de ensino: as tarefas relacionadas aos objetivos didáticos, que são planejadas para serem desenvolvidas por professores e/ou alunos; *IV)* dos materiais de aprendizagem: são instrumentos que comunicam os conteúdos e as concepções de ensino do professor, como exemplo, livros, folhas de atividades e os materiais de laboratório (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

Por fim, a última tarefa para a elaboração da UD envolve a escolha das estratégias de avaliação. Essas escolhas estão fortemente atreladas às concepções que o professor tem do processo de ensino e aprendizagem. A defesa, nesse modelo de planejamento, é que a avaliação ocorra em uma concepção formativa. Ademais, a avaliação pode ser utilizada tanto para avaliar a aprendizagem dos alunos como para refletir sobre a efetivação da UD em sala de aula. Em relação à aprendizagem dos alunos, ela pode servir para o levantamento de seus conhecimentos e concepções prévias e para avaliar a construção do conhecimento. Em relação ao desenvolvimento em sala de aula, deve-se avaliar as atividades selecionadas e os materiais de aprendizagem utilizados (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

Sobre a avaliação da UD, Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993, p. 42<sup>49</sup>) concebem que esta pode ser utilizada para “[...] revisar e, se necessário, modificar aspectos específicos do design”. Como critérios de avaliação, os autores propõem que as estratégias de ensino sejam avaliadas pelos critérios de motivação e interesse dos alunos; a complexidade da execução; o nível de participação dos alunos; o tempo adequado destinado e a consecução dos objetivos. Já os materiais de aprendizagem podem ser avaliados em relação a compreensão dos alunos sobre o nível de autonomia em trabalhos em grupo, a funcionalidade, a dinâmica produzida em trabalhos individuais e em grupos.

Essas 5 tarefas para elaboração do modelo de planejamento didático-pedagógico da UD, proposto por Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993), são uma das fontes de fundamentação para o modelo de Unidades Didáticas Multiestratégicas (UDM). Outra referência de extrema importância são as proposições da UD de Sanmartí (2009). Para Sanmartí (2009, p. 179, tradução livre<sup>50</sup>):

[...] normalmente, uma UD é composta de sequências, cada uma das quais têm objetivos de aprendizagem específicos. Uma sequência pode ser formada por um conjunto de “lições” ou sessões de aula e estas, por sua vez, por um conjunto de atividades, embora geralmente exista alguma atividade central em torno da qual as outras sejam planejadas.

A autora ressalta, ainda, que a UD deve ser projetada considerando as características específicas dos alunos e o contexto que estão inseridos. Portanto, o que diferencia, essencialmente, o modelo da UD de Sanmartí (2009) e de Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993) é o foco no contexto da intervenção e a divisão em sequências didáticas com objetivos de aprendizagem específicos.

A partir dessas 2 fontes conceituais e metodológicas, o Grupo de pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de Araraquara-UNESP (IQ/CAR)<sup>51</sup> vem

---

<sup>49</sup> [...] revisar, y en su caso modificar, aspectos concretos del diseño realizado.

<sup>50</sup> “[...] habitualmente, una U. D. está formada por *secuencias*, cada una de las cuales tiene unos objetivos de aprendizaje específicos. Una secuencia puede estar formada por un conjunto de “lecciones” o sesiones de clase y éstas, a su vez, por un conjunto de actividades, aunque generalmente hay alguna actividad central alrededor de la cual se planifican las demás.”

<sup>51</sup> Atualmente o grupo se reconfigurou e ampliou suas atividades e seus membros. Nessa nova fase, o Grupo de pesquisa do IQ/CAR passou a se chamar Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ). Por razões cronológicas, apresentou-se a nomenclatura inicial do grupo, pois se refere ao período em que o modelo das UDM começou a ser desenvolvido.

desenvolvendo o modelo denominado de Unidades Didáticas Multiestratégicas (UDM). Esse modelo, como discutido, tem inspiração no modelo de UD de Sanmartí (2009) e Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993) à medida que propõe tarefas para orientar o planejamento coerente de SD e UD (FERRARINI, 2020).

Apesar da inspiração na UD, o modelo de planejamento didático-pedagógico da UDM apresenta 3 proposições fundamentais não consideradas na UD. A 1ª proposição é a perspectiva de utilizar, de modo integrado, um número variado de estratégias didáticas, como: história e filosofia da Ciência, atividades experimentais, jogos didáticos, ensino de ciências com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), entre outras (BEGO, 2016a). As estratégias didáticas são organizadas e sequenciadas no planejamento tendo em vista os objetivos de aprendizagem definidos *a priori* e como eixo orientador a abordagem metodológica escolhida pelo professor (FERRARINI, 2020; BEGO, 2016a).

A utilização de uma vasta gama de estratégias didáticas articuladas se justifica ao passo que a sala de aula se constitui de indivíduos singulares que interagem de maneira diferente com o conhecimento, que apresentam formas diferentes de aprendizado e de motivação e que trazem consigo uma bagagem cultural e de experiências únicas (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003). Sendo assim, Laburú, Arruda e Nardi (2003, p.257) sugerem que: “o uso de estratégias de ensino variadas, tende a atingir, por aproximação e, dessa forma, a elevar as ressonâncias individuais em momentos do processo de ensino, o que maximiza a possibilidade de aprendizagem dos diferentes estudantes”.

Ainda em relação à utilização de várias estratégias didáticas no planejamento de ensino, Sanmartí (2009) destaca que sua utilização possibilita maior oportunidade de construção de conhecimentos e ajuda a contemplar uma maior gama de alunos que apresentam motivações, interesses, aptidões e velocidades de aprendizagem diferentes. Além disso, essa constante busca por inserção de novas estratégias didáticas em sua prática pode auxiliar no próprio processo formativo do professor.

Outro argumento importante para justificar a pluralidade de estratégias é a própria natureza do conhecimento Químico. Os conteúdos Químicos apresentam especificidades que podem privilegiar uma estratégia didática específica. Alguns conteúdos são mais bem trabalhados a partir da experimentação, como é o caso da cinética química, por apresentarem um caráter mais prático. Outros conteúdos, como

a estrutura eletrônica da matéria, são mais abstratos e seu aprendizado pode exigir outro tipo de estratégia didática que contemple essa especificidade (BEGO, 2017).

Assim, a perspectiva multiestratégica tenta abranger não só os diferentes modos de pensar e aprender dos estudantes, mas também as especificidades intrínsecas de cada conteúdo disciplinar. Um momento importante de reflexão sobre as especificidades do conteúdo que se pretende ensinar é a etapa de análise científico-epistemológica (FERRARINI, 2020).

O 2º ponto de diferença entre a UDM o modelo da UD é ter o objetivo de articular sistematicamente o planejamento de ensino aos outros níveis de planejamento, como escolar e educacional. A relação é abordada com mais detalhes durante o desenvolvimento desta seção.

O 3º ponto fundamental que diferencia a UDM do modelo da UD é a utilização da abordagem metodológica como eixo central do planejamento. A abordagem metodológica, portanto, serve de suporte para a definição de todos os outros elementos da UDM (ALVES, 2018; ALVES; BEGO, 2020).

Como apresentado na seção anterior, cada tipo de abordagem metodológica para o ensino de ciências apresenta, de forma explícita ou implícita, concepções próprias sobre o processo de ensino e aprendizagem, sobre a natureza da Ciência e sobre a função da escola. É a partir de todas essas concepções que o professor é orientado a fazer, de modo consciente e argumentando, as escolhas dos objetivos de aprendizagem, das estratégias didáticas e das estratégias de avaliação (ALVES; BEGO, 2020).

Importante salientar que, diferentemente da proposta da UD, na UDM não há a adoção, *a priori*, de elementos de uma abordagem metodológica específica, porque se advoga a autonomia do professor para decidir qual abordagem irá utilizar no seu planejamento. Nessa perspectiva, a UDM, por exemplo, não sugere necessariamente a divisão dos conteúdos em conceituais, procedimentais e atitudinais.

As tarefas sugeridas no modelo da UDM têm a finalidade de fomentar a reflexão explícita do professor sobre suas escolhas em relação aos elementos do planejamento (conteúdos, objetivos, estratégias didáticas, recursos didáticos, matérias de aprendizagem e avaliação) e sua consonância com a abordagem metodológica escolhida. A proposta é que a abordagem metodológica dê fundamentação para a ação em sala de aula, sendo um eixo central integrador e orientador dos demais elementos do planejamento, e não se transforme em apenas



uma estratégia didática a ser utilizada em um momento específico da aula, desvinculado do restante do planejamento.

Como é discutido ao longo deste texto, o planejamento no modelo da UDM é pensado de modo crítico, reflexivo, teoricamente fundamentado e processual. Crítico não só no sentido de uma análise de todo o processo de intervenção, mas inclusive fundamentado em uma responsabilidade social da educação escolar. Reflexivo, teoricamente fundamentado e processual, porque o planejamento é visto como um processo dinâmico que pode ser modificado e/ou ajustado, inclusive, durante o momento de intervenção em sala de aula, baseado em uma reflexão sobre a prática, fundamentada na teoria.

Ainda em relação aos pressupostos da UDM, Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 17) argumentam que:

A utilização da UDM como modelo de planejamento de ensino está baseada na concepção de que não são atividades pontuais e isoladas que promovem a aprendizagem, mas sim um processo estruturado de maneira crítica e fundamentada teórica e metodologicamente. Concebe-se o professor não como um profissional reprodutor de planos de instrução alheios às suas preferências e visões de mundo, às características dos conteúdos a se ensinar e aos condicionantes de seus contextos de atuação, mas como aquele profissional criativo e autônomo em relação a sua prática educativa.

A implementação da UDM ocorre em 3 etapas. Nas palavras de Bego (2016, p. 58):

[...] a primeira consiste no planejamento da UDM; a segunda se refere à própria intervenção didático-pedagógica nas salas de aula das unidades escolares parceiras; e a última etapa abarca o replanejamento da UDM a partir da reflexão crítica sobre a intervenção realizada.

Para Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 14), as 3 etapas sugeridas “em uma perspectiva temporal, resultam em um percurso formativo com vistas ao desenvolvimento de um conhecimento prático-profissional pautado em um processo investigativo, colaborativo e dinâmico”. Essa perspectiva temporal é apresentada na Figura 46.

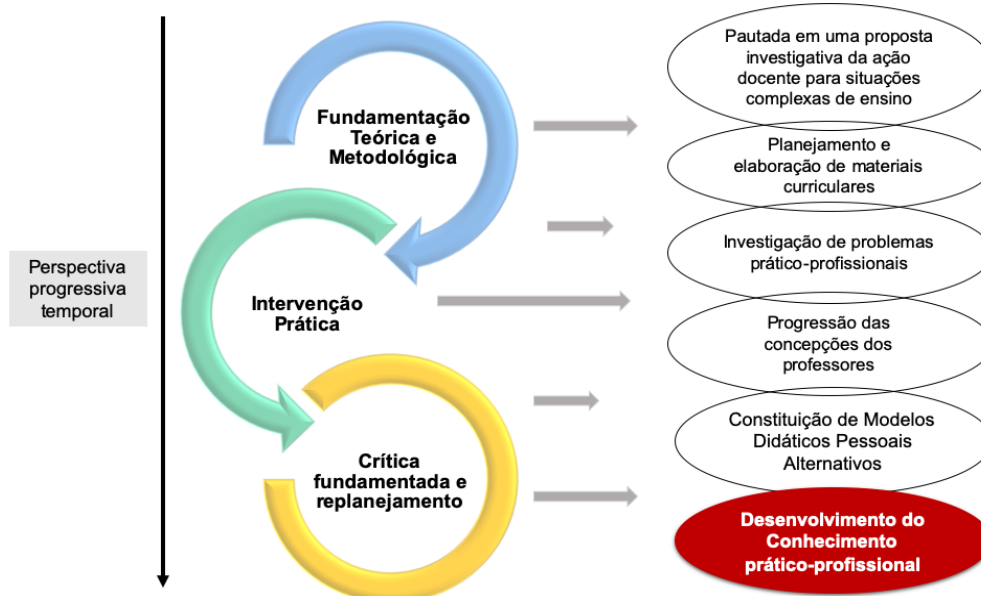


Figura 46. Dinâmica temporal do processo de implementação da UDM.

Fonte: Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 14).

Segundo Bego (2016), a 1ª etapa do planejamento da UDM se dá a partir do modelo composto por 7 grandes tarefas: 1) contexto da intervenção didático-pedagógica; 2) análise científico-epistemológica; 3) análise didático-pedagógica; 4) abordagem metodológica; 5) seleção de objetivos e estratégias de avaliação; 6) seleção de estratégias didáticas; 7) instrumentos de avaliação. Na Figura 47 é apresentado um esquema das 7 tarefas a serem seguidas no planejamento da UDM. No Anexo A é apresentado o instrumento detalhado para o planejamento de uma UDM, sugerido por Bego (2016) e apresentado na íntegra por Ferrarini (2020).

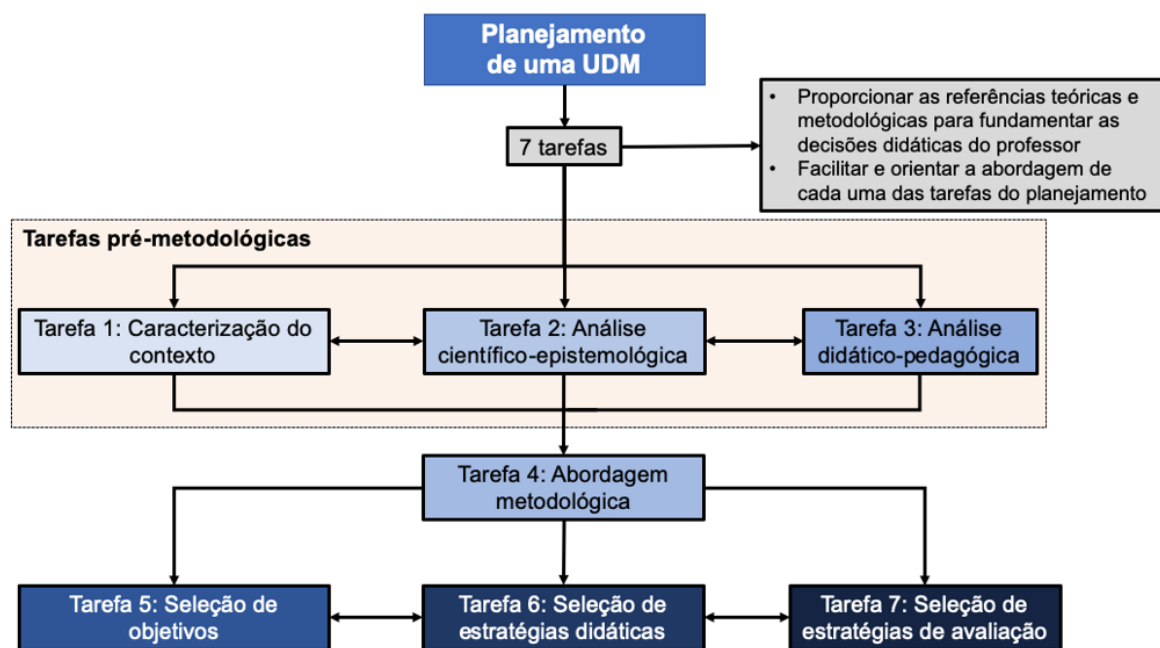


Figura 47. Sistematização do planejamento de uma UDM.

Fonte: Bego, Ferrarini e Morales (2021, p. 17).

Como pode ser observado na Figura 47, as tarefas da UDM podem ser pensadas em 2 grandes grupos, as que antecedem a escolha da metodologia, pré-metodológicas, e as que são realizadas após escolha da metodologia. Essa divisão ocorre por 2 grandes fatores. O 1º fator diz respeito à própria natureza do conteúdo e à forma como ele pode ser trabalhado no processo de ensino e aprendizagem, que podem influenciar a escolha da abordagem metodológica.

Além do mais, a escolha deve ser balizada pelo contexto real da intervenção em sala de aula. Assim, a caracterização do contexto é considerada uma tarefa pré-metodológica. Esse balizamento, da proposta ideal com a perspectiva real do contexto, é um mecanismo imprescindível para que ocorra uma interação dialética entre teoria produzida na academia e prática real de sala de aula.

Bego (2013) salienta que os objetivos de aprendizagem, que pode ser entendido como um guia para as demais escolhas do planejamento didático-pedagógico, devem ser definidos levando em consideração as dimensões das pretensões educativas e da realidade objetiva. Nas palavras de Bego (2013, p. 116):

[...] a primeira está ligada a uma condição idealizada que se deseja, se espera e/ou se é necessário alcançar. Já a segunda relaciona-se com as condições postas na realidade cotidiana objetiva que apresenta as possibilidades e os limites de realização da ação.

O balizamento das pretensões educativas com a realidade objetiva está fundamentado na ideia de que o ambiente de sala de aula é complexo e singular. Para adequar o planejamento aos contextos ímpares de sala de aula o professor deve, portanto, entender seu caráter de provisoriedade, que não deve ser confundido com improvisação e aleatoriedade, e agir de forma autônoma, crítica e reflexiva (BEGO, 2013).

O 1º bloco de planejamento no modelo da UDM consiste em uma identificação simples do trabalho que será realizado (Quadro 11). Por ser uma seção meramente formal de identificação do planejamento que será desenvolvido, não é considerado uma tarefa da UDM.

Quadro 11. Matriz do bloco de caracterização da UDM.

| <b>IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO</b>         |  |
|------------------------------------------|--|
| <b>CURSO</b>                             |  |
| <b>INSTITUIÇÃO</b>                       |  |
| <b>DISCIPLINA</b>                        |  |
| <b>PROFESSOR</b>                         |  |
| <b>AUTORES DA UDM (ordem alfabética)</b> |  |
| <b>DATA E VERSÃO DA UDM</b>              |  |

Fonte: Ferrarini (2020, p. 369).

A tarefa 1 da UDM consiste em uma breve caracterização do contexto da intervenção didático-pedagógica (BEGO, 2016a). No Quadro 12 é apresentado a matriz dessa tarefa.

Quadro 12. Matriz da tarefa 1- caracterização do contexto.

| <b>CONTEXTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA</b> |  |
|----------------------------------------------------|--|
| <b>Nome da Unidade escolar</b>                     |  |
| <b>Endereço completo</b>                           |  |
| <b>Telefone e e-mail</b>                           |  |
| <b>Caracterização da unidade escolar</b>           |  |
| <b>Disciplina</b>                                  |  |
| <b>Ano/turma</b>                                   |  |
| <b>Professor responsável</b>                       |  |
| <b>Número de estudantes</b>                        |  |
| <b>Caracterização dos estudantes</b>               |  |

Fonte: Ferrarini (2020, p. 122); Bego e Sgarbosa (2016, p.16).

A caracterização do contexto parte do pressuposto de que cada sala de aula apresenta um contexto singular de trabalho, no qual seus alunos apresentam necessidades e uma bagagem cultural que, podem apresentar semelhanças, mas não são iguais aos de outra sala (BEGO, 2016a). Nesse ponto, a UDM corrobora os argumentos apresentados por Sanmartí (2009) ao reconhecer que o planejamento deve considerar as especificidades dos alunos que se pretende ensinar e o contexto em que eles estão inseridos.

Para sustentar a necessidade da caracterização do contexto no modelo da UDM, Bego (2016, p. 61) argumenta que:

[...] os processos de ensino e aprendizagem que ocorrem em sala de aula devem sempre ser considerados como eventos histórica e socialmente situados, a fim de se superar uma visão fragmentada e ingênua da prática pedagógica. Logo, o planejamento será sempre de uma UDM para um determinado contexto sócio-histórico e não uma “receita de bolo” que pode ser utilizada acrítica e descontextualizadamente.

A tarefa 1 tem como fundamento a caracterização da unidade escolar, da disciplina a ser ministrada e a caracterização dos estudantes (Quadro 12) (BEGO;

SGARBOSA, 2016; BEGO, 2017; FERRARINI, 2020). Todo esse processo de caracterização tem os objetivos de racionalizar a caracterização do contexto de atuação, identificar as condicionantes da prática pedagógica e iniciar a identificação de possíveis problemas prático-profissionais (BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021).

Tendo finalizada a caracterização do contexto da intervenção didático-pedagógica, a próxima seção a ser desenvolvida pelo professor é a análise científica-epistemológica (BEGO, 2016a), tarefa 2 da UDM (Quadro 13).

Quadro 13. Matriz da tarefa 2- análise Científico-Epistemológica.

| <b>ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA</b>                                                                                                                                                                         |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Conteúdo programático da UDM</b>                                                                                                                                                                              |  |
| <b>Pré-requisitos para UDM</b>                                                                                                                                                                                   |  |
| <b>Orientações curriculares oficiais sobre o tema</b>                                                                                                                                                            |  |
| <b>Conteúdos conceituais</b><br><b>-Identificação</b> dos fatos e/ou fenômenos de interesse (aspecto fenomenológico)<br><b>-Interpretação</b> dos fatos ou fenômenos de interesse (aspectos teórico e simbólico) |  |
| <b>Perfil conceitual ou desenvolvimento histórico do conceito principal da UDM</b>                                                                                                                               |  |
| <b>Esquema conceitual científico sobre o objeto de estudo da unidade didática</b> (mapa conceitual)                                                                                                              |  |
| <b>Referências</b>                                                                                                                                                                                               |  |

Fonte: adaptado de Ferrarini (2020, p. 123); Bego e Sgarbosa (2016, p.17).

Segundo Bego, Ferrarini e Morales (2021), a tarefa 2 da UDM tem os objetivos de estruturação dos conteúdos de ensino e atualização científica do professor. Essa etapa pode se configurar um momento formativo muito importante para professores, pois induz a uma reflexão sobre a estruturação e natureza dos conteúdos, assim como ajudar os professores a realizar uma atualização em relação aos avanços científicos sobre a temática que será trabalhada.

Essa etapa é inspirada nas mesmas diretrizes propostas por Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993). Assim, o professor deve apresentar o conteúdo programático para a UDM e as orientações curriculares oficiais sobre o tema, uma vez que, como ressalta Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993), estas balizam as escolhas dos professores em relação aos conteúdos a serem ensinados.

A relação entre conteúdo programático e orientações curriculares oficiais se faz fundamental, pois o professor está inserido em uma Rede de Ensino mais ampla e, portanto, a autonomia do planejamento não pode ser confundida com independência ou soberania. As diretrizes e orientações oficiais não são o planejamento do professor, porém devem ser um guia que conecta o trabalho realizado por um profissional a uma rede de decisões e escolhas mais amplas postas a níveis estadual e nacional (FERRARINI, 2020).

É importante se entender que o currículo escolar é uma construção social, que se transforma ao longo do tempo e sofre influências de fatores políticos, econômicos e sociais (SACRISTÁN, 2020; ENYNG, 2007). Dessa forma, orientações e diretrizes estão vinculadas a decisões mais amplas a níveis de sociedade, que deve apresentar participação ativa da classe de professores, que não podem se restringir a preferências pessoais de cada educador.

Nessa perspectiva, Rios (1992, p. 77) argumenta que:

A escola, enquanto parte de um organismo mais amplo que é a sociedade, ou de uma estrutura de que fazem parte também os órgãos centrais do sistema educacional, tem em relação a eles, uma autonomia relativa. Não se trata de uma dependência absoluta ou de uma completa independência - o que existe é uma interdependência. E é nessa situação que os educadores são desafiados a definir suas ações, a organizar os projetos. Os projetos que se organizam nas unidades escolares atenderão às exigências específicas de cada uma delas, levando em conta sua situação peculiar, mas também estarão conectadas com projetos, com diretrizes que se definem em âmbito amplo do conjunto da sociedade.

Diretrizes e orientações curriculares podem ser encontrados em *websites* de Secretarias Municipais e Estaduais de Educação e da Secretaria de Educação Básica (FERRARINI, 2020). São exemplos, no Brasil, desses tipos de documento: a Base Nacional Comum Curricular-BNCC (MEC, 2017a; MEC, 2017b); os Parâmetros Curriculares Nacionais- PCN (MEC, 1998); os Parâmetros Curriculares Nacionais para

o Ensino Médio-PCNEM (MEC, 2000); o Currículo Paulista (SEDUC-SP, 2020); Currículo Referência de Minas Gerais (SEE-MG, 2020); entre outros.

Ainda na análise científico-epistemológica deve-se apresentar os principais pré-requisitos, em termos teóricos de conteúdo, que os alunos deveriam dominar para o adequado processo de aprendizagem dos novos conhecimentos a serem trabalhados na UDM. Além de orientar o professor em relação ao grau de complexidade que o novo conteúdo deve ser trabalhado e sua relação com o planejamento em uma progressão horizontal ao longo do ano letivo, essa etapa ajuda a posicionar o conteúdo dentro do currículo (BEGO, 2016a).

Nessa tarefa, sugere-se que o professor deve apresentar os conteúdos conceituais a serem desenvolvidos. Um ponto importante que o professor não pode deixar de lado nessa escolha são as especificidades do conhecimento químico. Para Russell (1981, p. 2), a Química é uma ciência que estuda “[...] a natureza, as propriedades, a composição e as transformações da matéria”. Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 276) ampliam essa ideia e sugerem que os interesses da química sobre as propriedades, composição e as transformações da matéria se relacionam segundo o triângulo da Figura 48.

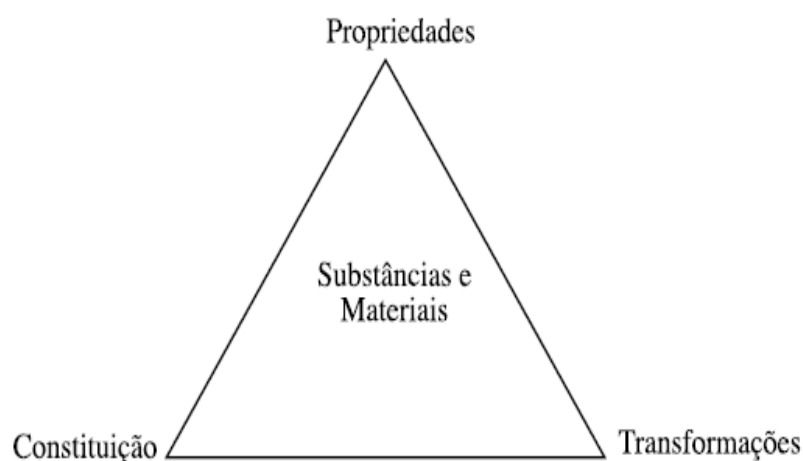


Figura 48. Focos de interesse da Química.

Fonte: Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 276).

A Figura 48 tem como intuito evidenciar que os focos de interesses da Química, presentes nos vértices do triângulo, inter-relacionam-se tendo como ponto central de encontro as substâncias e os materiais. O estudo das substâncias e dos materiais podem ser apoiados nas suas propriedades, como solubilidade, densidade, pontos de fusão e ebulição, entre outros. Além disso, são a partir desses dados



empíricos, que podem ser percebidos sentidos ou medidos por aparato instrumental-tecnológico, que se formula leis e teorias para relacionar propriedades com composição. Por fim, são os conhecimentos elaborados no estudo das propriedades e composição das substâncias e dos materiais que oferecem subsídios suficientes para analisar, explicar, planejar a utilização racional das transformações da matéria (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Fazer as inter-relações explicitadas pelo triângulo da Figura 48 não é um processo trivial ou automático, é um movimento que impõe a necessidade de se pensar o conhecimento químico por meio de 3 aspectos distintos: o fenomenológico, o teórico e o representacional (Figura 49).

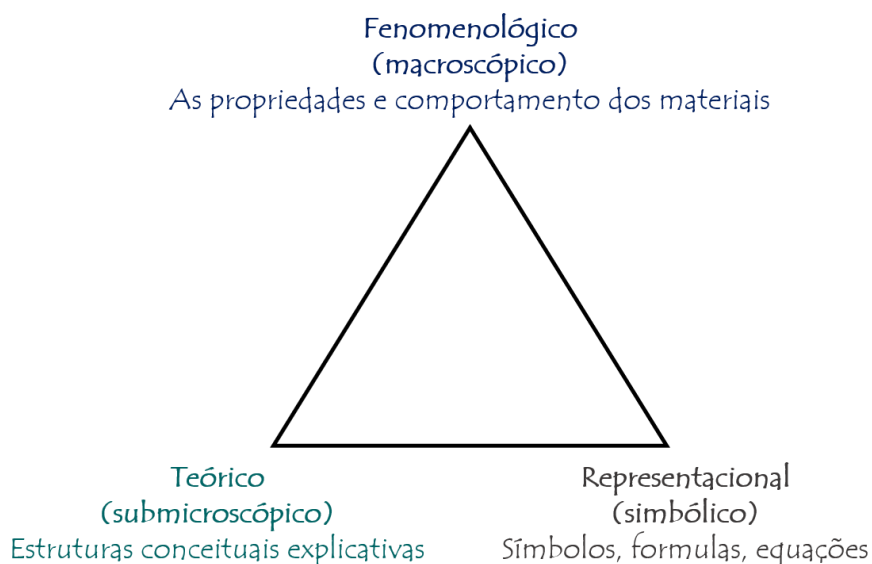


Figura 49. Aspectos do conhecimento químico.

Fonte: adaptado de Leal (2010, p. 17) e Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 277).

O aspecto fenomenológico está ligado ao empírico e ao macroscópico. Engloba todas as informações obtidas pelos sentidos humanos, além de tudo que pode ser medido experimentalmente por intermédio de equipamentos. Para explicar os dados obtidos do fenomenológico, são formulados teorias e modelos do nível submicroscópico (aspectos teóricos). Essas teorias e modelos necessitam de uma linguagem química especial para serem expressos (símbolos, fórmulas e representações), aspecto representacional (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Dessa forma, nessa etapa, o professor deve apresentar os conteúdos conceituais, abordando os 3 aspectos do conhecimento químico. Todo o processo de aprofundamento dos conteúdos e as inter-relações exigidas pelo modelo da UDM

servem como um processo formativo para o professor, por se tratar de momento de que propicia grande reflexão e estudo sobre o conteúdo específico. Importante ressaltar que a integração do conteúdo com os 3 níveis do conhecimento químico é outro diferencial da UDM em relação à UD.

Outra importante etapa da tarefa 2 é a explicitação do perfil conceitual<sup>52</sup> do conteúdo central a ser desenvolvido na UDM. Segundo Mortimer (1993, p. 35):

[...] a noção de perfil conceitual tem várias consequências para o estabelecimento de estratégias de ensino e para a análise do processo de evolução conceitual em sala de aula. Uma fase fundamental no planejamento do ensino, de acordo com essa noção, é a determinação das categorias que constituem as diferentes zonas do perfil do conceito a ser ensinado, bem como a identificação dos obstáculos ontológicos e epistemológicos para a construção de conceitos mais avançados, presentes nas concepções mais elementares do perfil.

Em casos em que não se pode encontrar perfil conceitual para determinado conceito, seja devido à falta de pesquisas sobre o tema ou devido à própria característica do conceito, sugere-se que se apresente um desenvolvimento histórico sobre o conteúdo.

Segundo Bego (2016), deve-se propor, ainda, um esquema conceitual sobre o conteúdo, assim como sugerido por Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993), por meio de um mapa conceitual.

Para Moreira (2006, p. 10), pode-se definir mapa conceitual como: “[...] diagramas bidimensionais que procuram mostrar relações hierárquicas entre conceitos de um corpo de conhecimentos e que derivam sua existência da própria estrutura conceitual desse corpo de conhecimento”. Não existe um padrão de regras fixas para a execução de um mapa conceitual, porém geralmente são utilizadas figuras geométricas interligadas por linhas ou setas. Essa interligação significa que os conceitos apresentam relações entre si. As relações podem ser explicitadas por 1 ou 2 palavras escritas sobre as linhas ou setas. Importante salientar que o formato de

---

<sup>52</sup> Em linhas gerais, o perfil conceitual pode ser entendido como uma reinterpretação do perfil epistemológico de Bachelard, guardando características comuns como a noção de hierarquia entre as diferentes zonas. Porém, sugere a distinção entre características ontológicas e epistemológicas em cada zona; a necessidade do estudante tomar consciência de seu perfil, para ter condições de escolher em relação à adequação de cada zona dependendo do contexto; e a necessidade de definir os níveis pré-científicos de acordo com características ontológicas e epistemológica do indivíduo (MORTIMER, 1996).

figuras, linhas e setas não apresentam um significado *a priori*, no entanto, pode ser estabelecido de forma contextual pelo autor do mapa (MOREIRA, 2012; SILVA; DEL PINO, 2019).

Na literatura pode-se encontrar várias aplicações para os mapas conceituais, dentre elas: I) a utilização como forma de explorar o que os alunos já sabem sobre o tema; II) como instrumento de avaliação da aprendizagem<sup>53</sup>; III) como uma ferramenta para o planejamento de uma aula, de uma disciplina, de um conjunto de disciplinas ou de um programa educacional completo; IV) como um roteiro de estudo dos alunos; V) como uma forma de extrair significados de livros-texto; VI) como meio de extração de significado de trabalhos de laboratório, de campo ou de estudo; VII) como estratégia para tomar nota de artigos de jornais e revistas; VIII) para preparar trabalhos de escrita ou apresentação orais; IX) organizar sequencialmente os conteúdos e selecionar os materiais curriculares; X) como organizadores que permitem pontes entre o que o aluno já sabe e o que ele tem que aprender (GOWIN; NOVAK, 1984; MOREIRA, 2006).

Os mapas, portanto, podem ajudar na escolha dos conceitos centrais (prévios e novos) para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem de determinada disciplina ou parte dela e permite a organização desses conceitos e a explicitação de suas relações hierárquicas. Além disso, os mapas conceituais podem ajudar a distinguir entre conteúdos curriculares e conteúdos instrumentais<sup>54</sup> (MOREIRA, 2006). Segundo Anastasiou e Alves (2015), a execução de um mapa conceitual exige operações de pensamento como: interpretação, classificação, crítica, organização de dados e resumo.

Nesse ponto específico de desenvolvimento da UDM, os mapas conceituais são sugeridos como um recurso de interpretação, classificação e organização do conteúdo. A mapa conceitual cumpre, portanto, a função de ajudar o professor no processo de encadear os vários conteúdos a serem trabalhados na unidade de forma a criar uma sequência que facilite a inter-relação entre eles (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993). A premissa é que o objetivo principal do processo de

---

<sup>53</sup> Gowin e Novak (1999) sugerem até um guia de pontuação para avaliação de mapas conceituais.

<sup>54</sup> Conteúdos curriculares são aqueles que se espera que os alunos aprendam e os conteúdos instrumentais são aqueles que servem de suporte para o entendimento dos conteúdos curriculares (STEWART; ROWELL., 1979).

ensino e aprendizagem não é aprender conceitos isolados, mas sim saber relacioná-los (BEGO; SGARBOSA, 2016).

Além de auxiliar no processo de planejamento da UDM, os mapas podem cumprir um papel formativo para o próprio professor. A execução do mapa exige que o professor realize um processo de reflexão, síntese e aprofundamento dos conteúdos, que são cruciais para construir relações entre os conhecimentos que serão trabalhados na intervenção didático-pedagógica. Para Silva e Del Pino (2019, p. 136), no processo de desenvolvimento de um mapa conceitual, “[...] ocorre uma nítida organização intelectual entre conceitos e informações, de modo que se vai, paulatinamente, criando uma espécie de rede de conhecimento, a partir da visão psicológica de quem o elabora”.

Toda construção de etapas a serem desenvolvidas na tarefa 2 têm como intuito que o professor desenvolva seu conhecimento sobre a matéria a ser ensinada<sup>55</sup>. Carvalho e Gil-Pérez (1993) argumentam que conhecer a matéria vai muito além da simples aquisição de conceitos, leis, teoremas ou fórmulas. Para os autores esse tipo de conhecimento envolve: I) conhecer os problemas que originaram a construção do conteúdo que se pretende abordar, elencando as principais dificuldades e obstáculos encontrados (história da ciência); II) conhecer metodologia científica, ou seja, como é construído o saber nas ciências; III) entender a interação entre ciência, tecnologia e sociedade, destacando o papel social da ciência e a importância da tomada de decisão; IV) conhecer o desenvolvimento científico recente e ter algum conhecimento de outras matérias relacionadas; V) saber selecionar os conteúdos científicos, de modo que sejam acessíveis, interessantes e passem uma imagem adequada da ciência; VI) estar preparado para aprofundar e adquirir conhecimentos.

O penúltimo ponto destacado por Carvalho e Gil-Pérez (1993), sobre conhecer a matéria a ser ensinada, pode ser mais bem desenvolvido ao se relacionar o conhecimento adquirido na tarefa 2, com os levantados na tarefa seguinte. A próxima tarefa para o planejamento da UDM é a análise didático-pedagógica, tarefa 3 apresentada no Quadro 14.

---

<sup>55</sup> Importante salientar que esta pesquisa compartilha da visão de que o trabalho docente exige uma pluralidade de saberes, que não se limita apenas a conhecer a matéria a ser ensinada. No entanto, na etapa de elaboração da UDM o foco está no conhecimento da matéria.

Quadro 14. Matriz da tarefa 3 - Análise didático-pedagógica.

| <b>ANÁLISE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA</b>                                                   |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Ideias prévias dos alunos sobre os conteúdos da UDM (concepções alternativas)</b> |  |
| <b>Exigências cognitivas dos conteúdos abordados (obstáculos epistemológicos)</b>    |  |
| <b>Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM</b>                      |  |
| <b>Referências</b>                                                                   |  |

Fonte: Ferrarini (2020, p. 125); Bego e Sgarbosa (2016, p. 18).

Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993) defendem a necessidade de uma análise didática para encontrar os fatores determinantes do processo de ensino e aprendizagem. Dentre as várias condicionantes do processo de ensino e aprendizagem, esse bloco está focado nas capacidades cognitivas dos alunos. Para Bego, Ferrarini e Morales (2021), para além de aspectos cognitivos, o objetivo dessa tarefa é a delimitação dos condicionantes que podem incidir sobre a aprendizagem dos estudantes. É, portanto, um processo de estudo e reflexão sobre conteúdos científicos propostos para o processo de ensino e aprendizagem.

Na tarefa 3, o professor deve descrever as principais concepções alternativas, encontradas na literatura, para o conteúdo tratado na UDM (BEGO, 2016a). A ideia é que o professor antecipe e reflita sobre possíveis aspectos que podem influenciar o processo de ensino e aprendizagem (FERRARINI, 2020). Nas palavras de Bego e Sgarbosa (2016, p. 17), reconhecer as concepções alternativas “[...] é essencial não apenas para reconhecer os erros, mas para valorizá-los e utilizá-los em benefício da aprendizagem no sentido de antecipação de várias possíveis dificuldades dos estudantes e de proposição de estratégias que permitam superá-las”.

As concepções alternativas podem ser entendidas como o resultado de uma associação equivocada, que ocorre durante o processo de ensino e aprendizagem, entre os conhecimentos prévios dos alunos como o conhecimento científico, gerando concepções que podem diferir substancialmente do conhecimento científico vigente.

Essas associações ocorrem na tentativa do indivíduo de organizar e significar o conhecimento novo adquirido (SANMARTÍ, 2009; POZO, 1998).

Por se oporem ao conhecimento científico vigente, essas concepções alternativas podem se tornar um obstáculo para o processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, ao tomar consciência das concepções alternativas, geralmente encontradas em pesquisas empíricas, o professor pode planejar sua UDM para trabalhar adequadamente essas concepções durante o processo de ensino e aprendizagem.

A utilização de concepções alternativas, encontradas na literatura, como fonte de informação para o planejamento de uma UDM, que será implementada em um contexto diferente do contexto que tais concepções foram encontradas, está fundamentada na constatação de que as concepções alternativas são similares entre pessoas de diferentes idades, sexo, país ou formação (POZO, 1998).

Outra importante etapa da análise didático-pedagógica é elencar os obstáculos epistemológicos<sup>56</sup> ou as exigências operatórias relacionadas ao conteúdo da UDM (BEGO, 2016a). Para Gaston Bachelard (1938, p. 17), ao se analisar as condições psicológicas do progresso da ciência, nos deparamos com obstáculos que são inerentes ao próprio ato de conhecer e que surgem: “[...] por uma espécie de imperativo funcional, lentidão e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação de inércias às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos”. Assim, se os obstáculos epistemológicos são pontos de estagnação e retrocesso na construção dos conhecimentos científicos, esses podem se tornar entraves para que o aluno aprenda o conhecimento científico (LOPES, 1993).

Dessa forma, ao reconhecer os principais obstáculos epistemológicos, relatados na literatura, sobre o conteúdo que pretende ensinar, o professor pode antever a situação e planejar sua aula na tentativa de tentar superar ou evitar a interposição desses obstáculos ao longo da UDM.

---

<sup>56</sup> No livro “A formação do espírito científico: contribuindo para uma psicanálise do conhecimento” (1938), Gaston Bachelard elenca dez tipos de obstáculos epistemológicos relacionados às ciências naturais: I) a experiência primeira: a experiência antecede a crítica e é superior a ela; II) o conhecimento geral; III) o obstáculo verbal; IV) o conhecimento unitário e pragmático; V) o obstáculo substancialista; VI) o obstáculo animista; VII) o mito da digestão; VIII) o libido; IX) o conhecimento quantitativo, X) o realismo.

A última etapa da análise didática-pedagógica é um campo de reflexão sobre as implicações das concepções alternativas e dos obstáculos epistemológicos para o ensino dos conteúdos da UDM. Nesse campo, o professor deve apresentar os aspectos mais importantes a serem trabalhados/evitados em sala de aula (FERRARINI, 2020).

Além de ajudar a identificar o que os alunos sabem, essa tarefa da UDM pode auxiliar a identificar os principais problemas que os alunos podem encontrar ao interagir com determinado conteúdo. Outro fator importante da análise é identificar as demandas cognitivas de determinados conteúdos e compará-los com as habilidades intelectuais necessárias. As demandas cognitivas são fontes de informações para que o professor consiga julgar a conveniência de abordar determinado conteúdo, ou identificar a necessidade de adaptá-lo de modo que fica compreensivo para seus alunos (SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993).

Por fim, nas palavras de Sánchez Blanco e Valcárcel Pérez (1993, p. 39, tradução livre<sup>57</sup>) a análise didática tem a função de levantar os seguintes aspectos:

[...] a) o ponto de partida do esquema conceitual que queremos desenvolver; b) os conceitos mais problemáticos; c) a adequação dos procedimentos envolvidos; d) objetivos prioritários relacionados à aprendizagem do aluno; e) as atividades que devemos selecionar para favorecer o processo de aprendizagem; f) as referências que devemos considerar para a avaliação da aprendizagem dos alunos.

A análise didática-pedagógica é a última atividade das tarefas pré-metodológicas. A próxima tarefa, portanto, é a definição da abordagem metodológica (Quadro 15).

Quadro 15. Matriz da tarefa 4 - Abordagem metodológica.

| <b>ABORDAGEM METODOLÓGICA</b>                        |  |
|------------------------------------------------------|--|
| <b>Princípios teórico-metodológicos da abordagem</b> |  |
| <b>Referências</b>                                   |  |

Fonte: Ferrarini (2020, p. 127); Bego e Sgarbosa (2016, p. 18).

<sup>57</sup> [...] a) el punto de partida del esquema conceptual que queremos desarrollar; b) los conceptos más problemáticos; c) la adecuación de los procedimientos implicados; d) los objetivos prioritarios relativos al aprendizaje del alumno; e) las actividades que hemos de seleccionar para favorecer el proceso de aprendizaje; f) las referencias que debemos considerar para la evaluación de los aprendizajes de los alumnos.

Ao determinar sua abordagem metodológica, o professor explicita suas escolhas em relação a: teorias psicológicas, teorias pedagógicas, visão de ciência, visão de mundo, função do sistema educacional e forma de condução do ensino (funções que professor e aluno desempenham no processo de ensino e aprendizagem) (BEGO, 2016a; ALVES; BEGO, 2020). A determinação da abordagem metodológica é influenciada por todas as reflexões, aprendizados e escolhas realizadas nas tarefas pré-metodológicas, como a realidade objetiva, as especificidades dos conteúdos e as particularidades do processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo.

É a definição dos princípios da abordagem metodológica que irá orientar a definição de objetivos de aprendizagem, as estratégias didáticas e as estratégias de avaliação. Pode-se dizer, portanto, que a abordagem metodológica tem a função de conferir unicidade à UDM (BEGO; SGARBOSA, 2016). Essa explicitação da abordagem metodológica pode contribuir para gerar coerência nas escolhas dos demais elementos do planejamento. Segundo Ferrarini (2020, p. 127), a escolha da abordagem metodológica “[...] visa conferir a perspectiva autoral do planejamento de ensino e fixar a marca de um ato consciente do docente, correspondendo ao cerne do seu planejamento de ensino”.

Do mesmo modo como propõe o modelo de Sanmartí (2009), o modelo de planejamento de uma UDM é dividido em sequências didáticas, as quais são subdivididas em aulas. Assim, para o preenchimento da UDM, o professor deve apresentar as SD que comporão a UDM. Cada SD apresenta um título e um objetivo específico articulados com o objetivo geral, tarefa 5, apresentada no Quadro 16 (BEGO, 2016a).



Quadro 16. Matriz da seção da UDM de definição do tema, objetivos de aprendizagem, sequências didáticas e estratégias de avaliação.

| <b>TEMA, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM, SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS E ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO</b> |                                        |                                |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| <b>Título da UDM</b>                                                                    |                                        |                                |                                    |
| <b>Objetivos previstos em orientações Curriculares Oficiais</b>                         |                                        |                                |                                    |
| <b>Objetivos da Unidade Didática</b>                                                    |                                        |                                |                                    |
| <b>Sequência Didática</b>                                                               | <b>Objetivos da Sequência Didática</b> | <b>Conteúdos programáticos</b> | <b>Tempo aproximado (em aulas)</b> |
|                                                                                         |                                        |                                |                                    |
|                                                                                         |                                        |                                |                                    |
|                                                                                         |                                        |                                |                                    |

Fonte: Ferrarini (2020, p. 129); Bego e Sgarbosa (2016, p. 20).

Segundo Bego, Ferrarini e Moralles (2021), a tarefa 5 (Quadro 16) tem os objetivos de levar o professor a refletir sobre potenciais aprendizagens dos alunos e, ao mesmo tempo, estabelecer referências para o ensino e a avaliação. Estabelecer objetivos específicos para cada SD permite que o professor tenha maiores condições de realizar uma avaliação formativa de sua intervenção, com possibilidades de correções de rotas durante o processo de intervenção. A reflexão sobre a consecução dos objetivos permite uma avaliação adequada do planejamento (FERRARINI, 2020).

Ademais, montar um planejamento sem objetivos declarados e bem estruturados pode fazer com que as escolhas dos demais elementos não sejam adequadas para que o aluno alcance o nível cognitivo que determinados conceitos exigem. É necessário ponderar que será mais fácil para o discente alcançar determinado objetivo de aprendizagem se ele souber onde deve chegar (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Para Piletti (1985), essa categoria de objetivos de ensino, chamada pelo autor de instrucionais, consiste em uma especificação e operacionalização dos objetivos educacionais gerais (construído em âmbitos de sociedade com influências das demandas sociais, da filosofia da educação, dos estudos sobre o desenvolvimento do aluno e sobre o processo de ensino e aprendizagem). Nas palavras do autor, os objetivos instrucionais são “proposições específicas sobre mudanças no comportamento os alunos, que serão atingidos gradativamente no processo de ensino-aprendizagem (PILETTI, 1985, p. 82)”.

Os objetivos, portanto, devem ser propostos considerando-se o que se espera dos alunos e não o comportamento do professor. É desejável que esses deixem claro as intenções do professor, sem muitas possibilidades de interpretação; estabeleça o que os alunos devem realizar; e apresente condições para serem alcançados. Alguns autores defendem, ainda, que os objetivos possam expressar o grau de complexidade que se deseja alcançar (MARGER, 1977; PILETTI, 1985).

Traçar uma série de objetivos específicos para as SD, de modo que o cumprimento desses objetivos específicos leve ao objetivo geral da UDM, está atrelada a uma perspectiva de evolução gradual no nível de complexidade dos conteúdos. Ferraz e Belhot (2010) argumentam que é mais fácil compreender conteúdos mais abstratos a partir de um desenvolvimento cognitivo progressivo, dos mais simples/ concretos para os mais complexos/ abstratos.

Sugere-se como ferramenta para elaboração dos objetivos de ensino da UDM a Taxonomia de Bloom Revisada (FERRAZ; BELHOT, 2010). Nas palavras de Ferraz e Belhot (2010, p. 422), 2 grandes potencialidades para o uso da taxonomia na educação são:

Oferecer a base para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e utilização de estratégias diferenciadas para facilitar, avaliar e estimular o desempenho dos alunos em diferentes níveis de aquisição de conhecimento; e

Estimular os educadores a auxiliarem seus discentes, de forma estruturada e consciente, a adquirirem competências específicas a partir da percepção da necessidade de dominar habilidades mais simples (fatos) para, posteriormente, dominar as mais complexas (conceitos).

A ideia principal é organizar de forma hierárquica o nível de complexidade do domínio cognitivo, partindo de objetivos mais simples para os mais complexos. Na

taxonomia de Bloom revisada, as categorias do domínio cognitivo em ordem crescente de complexidade são: lembrar, entender, aplicar, analisar, sintetizar e criar (FERRAZ; BELHOT, 2010).

No entanto, a taxonomia de Bloom revisada compreende a elaboração dos objetivos educacionais em uma estrutura bidimensional. A dimensão conhecimento busca explicitar “o que”, ou seja, o conteúdo que será trabalhado. A dimensão dos processos cognitivos tem a função de apresentar “como” esse conteúdo será aprendido (FERRAZ; BELHOT, 2010). Na Figura 50 é apresentado um esquema que resume o aspecto bidimensional da taxonomia de Bloom revisada.

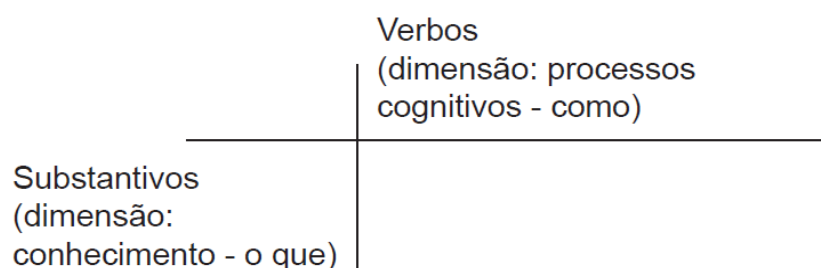


Figura 50. Bidimensionalidade da taxonomia de Bloom revisada.

Fonte: Ferraz e Belhot (2010, p. 425)

A dimensão conhecimento pode ser categorizada em: A) conhecimento efetivo; B) conhecimento conceitual; C) conhecimento processual; D) conhecimento metacognitivo. Todas essas categorias estão explicadas no Quadro 17.

Quadro 17. Estrutura da dimensão conhecimento da taxonomia de Bloom revisada.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>A. Conhecimento Efetivo</b> - Os elementos básicos que os alunos devem saber para se familiarizar com uma disciplina ou resolver problemas nela.</p> <p><b>Aa. Conhecimento de terminologia;</b><br/> <b>Ab. Conhecimento de detalhes e elementos específicos.</b></p>                                                                                                                                               |
| <p><b>B. Conhecimento conceitual</b> - As inter-relações entre os elementos básicos dentro de uma estrutura maior que permitem que funcionem juntos.</p> <p><b>Ba. Conhecimento de classificações e categorias;</b><br/> <b>Bb. Conhecimento de princípios e generalizações;</b><br/> <b>Bc. Conhecimento de teorias, modelos e estruturas.</b></p>                                                                        |
| <p><b>C. Conhecimento processual</b> - como fazer algo; métodos de investigação e critérios para o uso de habilidades, algoritmos, técnicas e métodos.</p> <p><b>Ca. Conhecimento de habilidades e algoritmos específicos do assunto;</b><br/> <b>Cb. Conhecimento de técnicas específicas do assunto e métodos;</b><br/> <b>Cc. Conhecimento dos critérios para determinar quando usar procedimentos apropriados.</b></p> |
| <p><b>D. Conhecimento Metacognitivo</b> - Conhecimento da cognição em geral, bem como consciência e conhecimento de sua própria cognição.</p> <p><b>Da. Conhecimento estratégico;</b><br/> <b>Db. Conhecimento sobre tarefas cognitivas, incluindo contextual apropriado e condicional conhecimento;</b><br/> <b>Dc. Autoconhecimento.</b></p>                                                                             |

Fonte: traduzido e adaptado de Krathwohl (2002, p. 214).

Ferraz e Belhot (2010) sugerem que, além de verbos e substantivos, se utilize gerúndios. Essa composição permite explicitar conteúdos, formas de alcançá-los e instrumentos de avaliação. No Quadro 18 é apresentada a estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom revisada, assim como os gerúndios associados.

Quadro 18. Processo cognitivo da taxonomia de Bloom revisada e gerúndios associados.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1. Lembrar:</b> Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.</p>                                                                                                                       |
| <p><b>2. Entender:</b> Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.</p>                                                                                           |
| <p><b>3. Aplicar:</b> Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.</p>                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>4. Analisar:</b> Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.</p>                                                                                                                                                               |
| <p><b>5. Avaliar:</b> Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.</p>                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><b>6. Criar:</b> Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.</p> |

Fonte: Ferraz e Belhot (2010, p. 429).

No Quadro 19 são apresentadas as dimensões do processo cognitivo e do conhecimento na taxonomia de Bloom revisada, adaptada de Ferraz e Belhot (2010). Segundo Ferraz e Belhot (2010, p. 428), um exemplo de objetivo que inter-relacionam as dimensões entender (dimensão processo cognitivo) e conceitual (dimensão conhecimento) é “entender as diferenças entre as técnicas existentes, comparando cada uma com as diferentes hipóteses e padrão de dados”.

Quadro 19. Estrutura bidimensional da taxonomia de Bloom revisada com categorias de cada dimensão.

| Dimensão<br>conhecimento | Dimensão processo cognitivo |          |         |          |         |       |
|--------------------------|-----------------------------|----------|---------|----------|---------|-------|
|                          | Lembrar                     | Entender | Aplicar | Analisar | Avaliar | Criar |
| Efetivo/ Factual         |                             |          |         |          |         |       |
| Conceitual/ Princípios   |                             |          |         |          |         |       |
| Procedimental            |                             |          |         |          |         |       |
| Metacognitivo            |                             |          |         |          |         |       |

Fonte: adaptado de Ferraz e Belhot (2010, p. 430).

Importante que a formatação dos objetivos na perspectiva da taxonomia de Bloom revisada esteja atrelada com os princípios fundamentais da UDM. Isso é, estar relacionado com os demais elementos do planejamento (conteúdo, estratégias didáticas, recursos didáticos, posição social da sala, atividades avaliativas, entre outros) e que tenham articulação com a abordagem metodológica. Tendo elaborado o objetivo geral da UDM e os objetivos específicos de cada SD, segundo a taxonomia de Bloom revisada, o professor deve determinar, ainda, o conteúdo programático e o tempo destinado para cada SD.

A Tarefa 6 consiste na seleção das estratégias didáticas a serem utilizadas em cada SD (BEGO, 2016). Para Bego, Ferrarini e Moralles (2021), os objetivos da tarefa 6 é determinar as estratégias didáticas utilizadas em cada SD, sua estruturação, sequenciamento e as tarefas que devem ser desenvolvidas por professores e alunos. Como estratégias didáticas, o professor pode escolher uma infinidade de propostas apresentadas na vasta literatura da área, como, por exemplo: aula expositiva dialogada, estudo de texto, portfólios educativos, tempestade cerebral, mapas conceituais, estudos dirigidos, solução de problemas, Phillips 66, grupo de verbalização e observação (GV/GO), teatro de temática científica, seminário, Estudo de Caso, júri simulado, simpósio, painel, fórum, oficina, estudo do meio, ensino com pesquisa, experimentação, TIC, entre outras (ANASTASIOU; ALVES, 2015).

As escolhas das estratégias didáticas devem levar em consideração todos os outros elementos do planejamento, definidos até esse ponto, de forma que se

articulem em torno dos objetivos que se pretende alcançar. Não seria coerente, por exemplo, definir um objetivo específico que envolva a dimensão do processo cognitivo “Criar” e propor como estratégia didática um jogo focado na memorização, que estaria na categoria “Lembrar” da dimensão do processo cognitivo.

Cabe salientar que a proposta da UDM é que o professor procure planejar a partir de uma perspectiva multiestratégica, isto é, que busque integrar diversas estratégias didáticas com vistas a contemplar, em uma proposta metodológica coesa e coerente, a pluralidade encerrada em uma sala de aula (BEGO, 2016a). Ainda na tarefa 6, o professor elabora os materiais de aprendizagem, prevê os recursos didáticos necessário para o desenvolvimento de cada aula e descreve a organização da sala durante as atividades (FERRARINI, 2020; BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021).

Na 7ª e última tarefa, o professor deve selecionar os instrumentos de avaliação (BEGO, 2016a). A matriz da seção relacionada às tarefas 6 e 7 estão apresentadas no Quadro 20.

Quadro 20. Matriz das tarefas 6 e 7 - seleção de estratégias didáticas e instrumentos de avaliação.

| <b>SELEÇÃO DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DE AVALIAÇÃO</b> |                            |                           |                                                              |                           |                                  |
|--------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| <b>Título da Sequência Didática</b>                    |                            |                           |                                                              |                           |                                  |
| <b>Objetivo da Sequência Didática</b>                  |                            |                           |                                                              |                           |                                  |
| <b>Estratégia de Avaliação</b>                         |                            |                           |                                                              |                           |                                  |
| <b>Dia/ Aula</b>                                       | <b>Estratégia didática</b> | <b>Conteúdo de ensino</b> | <b>Descrição das atividades/ organização da sala de aula</b> | <b>Recursos didáticos</b> | <b>Materiais de aprendizagem</b> |
|                                                        |                            |                           |                                                              |                           |                                  |
|                                                        |                            |                           |                                                              |                           |                                  |
| <b>Referências do professor</b>                        |                            |                           |                                                              |                           |                                  |

Fonte: Ferrarini (2020, p. 130); Bego e Sgarbosa (2016, p. 20).

É muito importante que essas escolhas se articulem com os demais elementos do planejamento, tendo como principal norte para definição os objetivos de aprendizagem. O professor aqui tem que determinar os conteúdos de avaliação, as atividades que serão desenvolvidas, os momentos da intervenção e a forma de coleta de informações do processo de ensino e aprendizagem. Os instrumentos de avaliação além de servir como diagnóstico da aprendizagem dos alunos, também devem servir de material para avaliar o planejamento e a sua aplicação. Como a UDM trabalha na perspectiva de que o planejamento não é estático e imutável, a avaliação pode servir para realizar ajustes durante o movimento de intervenção (FERRARINI, 2020; BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021).



No Quadro 21 é apresentado um esquema que resume as 7 tarefas da UDM com os objetivos de cada tarefa, assim como os procedimentos a realizar. Nas palavras de Ferrarini (2020, p. 130):

[...] o propósito de tais tarefas de planejamento é proporcionar acesso a referências teóricas que fundamentam as decisões do professor e contribuir para a melhoria de sua prática profissional. Essa ação demanda, ainda, a consideração acerca das especificidades do contexto educacional e de seus traços correntes de complexidade, singularidade e multidimensionalidade.

Quadro 21. Objetivos e procedimentos das 7 tarefas da UDM.

| Tarefa                                      | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                               | Procedimentos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Caracterização do contexto</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Racionalização do contexto de atuação</li> <li>- Identificação de condicionantes da prática pedagógica</li> <li>- Identificação de problemas práticos</li> </ul>                                                                               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caracterização da unidade escolar</li> <li>2. Caracterização da turma</li> <li>3. Caracterização dos estudantes</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>2. Análise científico-epistemológica</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estruturação dos conteúdos de ensino</li> <li>- Atualização científica do professor</li> </ul>                                                                                                                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selecionar os conteúdos</li> <li>2. Identificar o perfil conceitual ou histórico de desenvolvimento do(s) conceito(s) principal(is)</li> <li>3. Definir o esquema conceitual da unidade</li> </ol>                                                                                                                                                           |
| <b>3. Análise didático-pedagógica</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitação dos condicionantes de aprendizagem: adequação ao estudante</li> </ul>                                                                                                                                                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Levantamento das concepções prévias</li> <li>2. Delimitar os obstáculos epistemológicos</li> <li>3. Explicitar as implicações para o ensino</li> </ol>                                                                                                                                                                                                       |
| <b>4. Abordagem metodológica</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conscientização sobre a concepção de ensino e aprendizagem a ser adotada</li> <li>- Explicitação de uma visão de ciência</li> <li>- Definição dos propósitos e expectativas para o Ensino de Química em determinado nível de ensino</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Explicitar os princípios psicopedagógicos da abordagem metodológica adotada</li> <li>2. Delimitar os papéis desempenhados por professor e alunos no processo de ensino e aprendizagem</li> <li>3. Definir a finalidade do Ensino de Química na educação formal</li> <li>3. Descrever a visão de ciência assumida e suas implicações para o ensino</li> </ol> |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5. Seleção dos objetivos</b>               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reflexão sobre as potenciais aprendizagens dos alunos</li> <li>2. Estabelecimento de referências para o ensino e a avaliação</li> </ol>                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Considerar conjuntamente as Tarefas de 1 a 5.</li> <li>2. Definir e delimitar prioridades e hierarquizá-las</li> </ol>                                                                                                                                                                       |
| <b>6. Seleção das estratégias didáticas</b>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinação das estratégias e da melhor forma de sua estruturação e sequenciamento</li> <li>2. Definição das tarefas a realizar por professor e estudantes</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Considerar a abordagem metodológica e os objetivos de aprendizagem delimitados</li> <li>2. Planejar a sequência global de ensino</li> <li>3. Selecionar as estratégias didáticas</li> <li>4. Elaborar materiais de aprendizagem</li> <li>5. Prever recursos didáticos necessários</li> </ol> |
| <b>7. Seleção de estratégias de avaliação</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avaliação das aprendizagens dos alunos</li> <li>2. Referências para ajustes e reorganizações do processo de ensino</li> <li>3. Avaliação da própria UDM</li> </ol>     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar o conteúdo da avaliação</li> <li>2. Determinar atividades e momentos de atividades avaliativas e devolutivas para os estudantes</li> <li>3. Planejar instrumentos para a coleta de informações sobre o processo de ensino e aprendizagem</li> </ol>                               |

Fonte: adaptado de Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 18).

Essa fase de planejamento da UDM (etapa 1) se configura como um processo formativo muito rico, pois faz com que o professor se aprofunde e reflita sobre os vários elementos do planejamento (BEGO, 2017; FERRARINI, 2020; FERRARINI; BEGO; MORALLES, 2021). Ademais, o processo formativo do professor pode ocorrer durante a tentativa de criar inter-relações coerentes entre os vários elementos do planejamento, tendo como ponto central a abordagem metodológica.

Como já exposto anteriormente, o processo de implementação da UDM no Ensino de Ciências ocorre em 3 etapas. Além da etapa de planejamento (7 tarefas expostas acima), a implementação da UDM impõe as etapas de intervenção didático-pedagógica em sala de aula e o replanejamento a partir das reflexões críticas das experiências vivenciadas pelo professor durante a intervenção (BEGO, 2016a).

Na 2ª etapa de implementação da UDM, o professor deve trabalhar com seu planejamento em um contexto real de sala de aula. Segundo Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 20), o objetivo é “[...] provocar, intencional e sistematicamente, a tensão dialética entre os propósitos educativos planejados pelos professores e a ação profissional”. A reflexão sobre esta tensão ocorre em 2 dimensões (BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021):

- I) individual: por meio da elaboração, pelo professor, de diários de aula.

Para Martín e Porlán (1996), o diário de aula pode ser considerado um elemento nuclear que articula o planejamento, a prática e a teoria em torno de problemas práticos profissionais. Nas palavras dos autores, o diário:

[...] é um guia para reflexão sobre a prática, favorecendo a consciência do professor sobre seu processo formativo e seus modelos de referência. Também favorece o estabelecimento de conexões significativas entre o conhecimento prático e o conhecimento disciplinar, o que permite uma tomada de decisão mais informada. Por meio do diário, sucessivas focalizações podem ser feitas sobre o problema abordado, sem perder as referências ao contexto. Por fim, estimula também o desenvolvimento dos níveis descritivo, analítico-explicativo e avaliativo do processo de pesquisa e reflexão do professor (1996, p. 19 - 20, tradução livre<sup>58</sup>).

A Rede de Inovação e Pesquisas em Ensino de Química (RIPEQ) vem desenvolvendo um modelo de diário de aula que contempla as especificidades do modelo de planejamento da UDM (BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021). Uma síntese das seções deste diário com suas principais finalidades está apresentada no Quadro 22.

---

<sup>58</sup> [...] es una guía para la reflexión sobre la práctica, favoreciendo la toma de conciencia del profesor sobre su proceso de evolución y sobre sus modelos de referencia. Favorece, también, el establecimiento de conexiones significativas entre conocimiento práctico y conocimiento disciplinar, lo que permite una toma de decisiones más fundamentada. A través del diario se pueden realizar focalizaciones sucesivas en la problemática que se aborda, sin perder las referencias al contexto. Por último, propicia también el desarrollo de los niveles descriptivos, analítico-explicativos y valorativos del proceso de investigación y reflexión del profesor.

Quadro 22. Diários de sala do professor.

| Seção                                                                                                                                                          | Finalidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Desenvolvimento da aula</b>                                                                                                                                 | Registro dos fatos para a produção de uma narrativa rica em detalhes necessários para a reflexão docente (explorar o registro audiovisual).<br>Anotação das observações e reflexões a respeito da regência do professor, das posturas e comportamento dos alunos, dentre outros.                                                                                                                                                |
| <b>Reflexões sobre as concepções alternativas, os obstáculos epistemológicos, o objetivo de aprendizagem e os resultados da avaliação (formal ou informal)</b> | Análise dos resultados das produções dos alunos em relação ao objetivo de aprendizagem definido.<br>Descrição das aprendizagens, principais dificuldades e possíveis motivos para os resultados apresentados.<br>Explorar possíveis relações com as concepções alternativas e obstáculos epistemológicos encontrados na literatura.                                                                                             |
| <b>Reflexões sobre a adequação das estratégias didáticas, recursos e materiais de aprendizagem utilizados na aula</b>                                          | Registro de sentimentos e percepções em relação ao que “funcionou” ou ao que “não funcionou” no desenvolvimento da aula em relação ao que havia sido planejado.<br>Observações e reflexões a respeito das estratégias didáticas, recursos e materiais de aprendizagem em relação à: motivação e interesse dos alunos; complexidade de execução; participação dos alunos; adequação do tempo previsto; consecução dos objetivos. |
| <b>Reflexões sobre a adequação da abordagem metodológica escolhida</b>                                                                                         | Reflexão sobre a adequação da abordagem metodológica (seus princípios e fundamentos) para o contexto de atuação prática em aula, bem como o grau de apropriação do professor em relação às atividades de fato realizadas (explorar o registro audiovisual).                                                                                                                                                                     |
| <b>Propostas de modificações</b>                                                                                                                               | Considerações do professor sobre mudanças: na sequência ou nos objetivos e conteúdos das aulas; nas estratégias utilizadas ou alguns dos elementos das atividades (tempo, materiais de apoio etc.); na sistemática de avaliação.<br>Discussão dos principais motivos para as modificações propostas.                                                                                                                            |

Fonte: Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 21).

- II) coletivo: por meio de debates em reuniões de orientação com o professor responsável pela formação. Essas reuniões podem ocorrer em formatos de rodas de conversa ou grupos focais. A ideia principal é utilizar referenciais teóricos

para debater o processo prático de intervenção, com os principais problemas enfrentados, as atividades que apresentaram mais dificuldades de execução e os principais resultados encontrados (BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021; BEGO, 2017; FERRARINI, 2020). Para Bego, Ferrarini e Morales (2021, p. 22), a reflexão individual e coletiva “[...] possibilitam variados momentos-chave para a identificação de problemas e dilemas relevantes enfrentados durante a prática profissional em um processo investigativo, colaborativo e dinâmico”.

Além do diário de sala do professor, são utilizadas como fontes de informação, para a avaliação do planejamento, as gravações das aulas e as atividades avaliativas sugeridas na UDM (Figura 51) (BEGO; FERRARINI, MORALLES, 2021). Importante destacar aqui que, apesar de serem apresentados momentos fundamentais de reflexão do professor, todo o processo de fundamentação teórica proposta na fase de planejamento da UDM visa dar condições para que o professor realize reflexões e adaptações em “movimento”, ou seja, que durante o processo de intervenção o professor consiga corrigir rotas, sempre que necessário, no decorrer da própria aula ou sequência de aulas.



Figura 51. Atividades da segunda etapa de implementação da UDM.

Fonte: Bego, Ferrarini e Morales (2021, p. 20).

A 3ª etapa da implementação da UDM consiste em no replanejamento fundamentado na teoria e nos resultados práticos da intervenção, em um processo de crítica da própria ação (BEGO, 2016a). A reflexão, teoricamente fundamentada, da prática pode auxiliar na reelaboração e integração de diferentes saberes profissionais (BEGO; FERRARINI; MORALLES, 2021).

Segundo Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 23), esse processo de implementação da UDM auxilia a formação do professor no sentido de:

[...] fundamentar a análise crítica sobre os conhecimentos mobilizados para a ação prática; reforçar a importância da concepção autoral sobre ações de planejamento de ensino e das ações individuais e coletivas de reflexão nesse cenário; e propor soluções para dilemas complexos nos contextos da formação docente e das relações de ensino e aprendizagem.

Por fim, é importante salientar que, assim como o planejamento, a implementação das UDM não deve ser entendida como um processo técnico e rígido, antes, deve ser maleável e crítico ao ponto de sofrer constantes modificações em função do ambiente singular de uma sala de aula. Nas palavras de Ferrarini (2020, p. 131), a implementação da UDM “[...] exige a participação dos professores em ações práticas e capazes de transpor análises exclusivamente teóricas e de atingir propostas de modificação de práticas tradicionais e de constituição de modelos autônomos”.

Em síntese, a implementação da UDM ocorre em um processo de 3 etapas (Figura 52), que visa uma estruturação coerente e contextual dos vários elementos do planejamento, com a abordagem metodológica como o eixo central (tarefa 4, destacada em vermelho). Essas 3 etapas - planejamento, intervenção e replanejamento da UDM - além de auxiliar para o processo de ensino e aprendizagem, podem contribuir para a formação do próprio docente. Na 1ª etapa, o professor é instruído a construir um planejamento autoral e multiestratégico, por meio de 7 tarefas. Esse planejamento deve ser balizado pelo contexto real onde será aplicado na 2ª etapa. Durante a 2ª etapa deve-se ter um registro sistemático de informações sobre o processo de ensino e aprendizagem, que servirão como fontes de informação para os momentos de reflexão individual e coletiva. Por fim, na 3ª etapa, depois de uma reflexão teoricamente embasada sobre a prática, o professor é convidado a propor uma nova versão UDM, a qual contemple todas as reflexões e críticas realizadas a partir dos problemas identificados na prática.

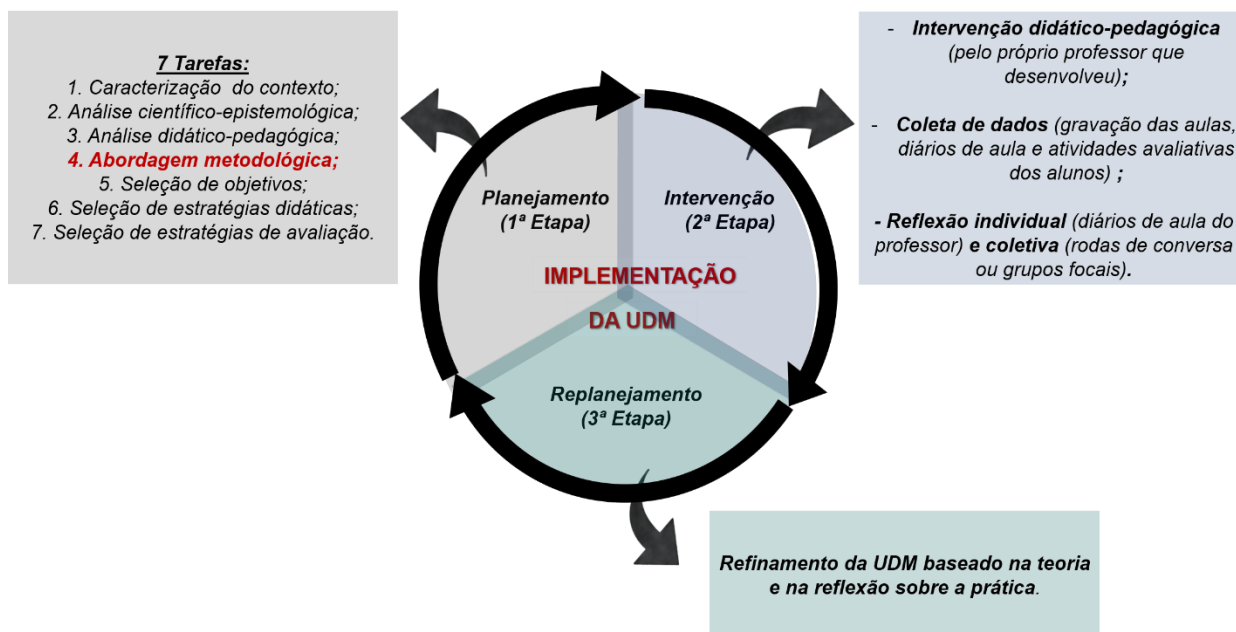


Figura 52. Processo de implementação da UDM.

Fonte: elaboração própria.

Alguns pontos são muito importantes de serem salientados em relação à Figura 52. O 1º é que as 3 etapas da implementação da UDM não apresentam delimitações tão bem definidas quanto propõem esse esquema didático. A intersecção entre as etapas quer representar que elas são processos dinâmicos que podem apresentar momentos de concomitância. Quando o professor está implementando a UDM, por exemplo, ele pode ir identificando problemas e alterando o seu planejamento inicial em processo. Esse movimento acaba contribuindo para a versão replanejada da UDM, proposta na 3ª etapa.

O 2º ponto é que esse movimento cíclico apresentado para as etapas da UDM quer representar que quanto mais vezes uma mesma estrutura base da UDM passar pelas etapas da implementação, mais estará refinada para ser utilizada para um determinado conteúdo de ensino em uma certa perspectiva metodológica em um dado contexto. Importante que, para cada nova intervenção, a proposta possa ser adaptada/ajustada para a realidade da nova turma de alunos.

Em relação especificamente à formação continuada de professores no Ensino de Química (Figura 3), as 7 tarefas da UDM associadas ao processo de implementação, permitem que o professor: desenvolva uma proposta inovadora para a sua prática e desenvolva reflexão didática explícita; trabalhe a atualização didática articulada com os conhecimentos científicos; adquira conteúdos centrais da Química

e da atividade científica; e desenvolva conhecimentos específicos da Didática das Ciências durante a pesquisa de sua própria prática.

Pesquisas realizadas na RIPEQ nos últimos anos (BEGO, 2017; FERRARINI, 2020; ZOCCA, 2021) vêm mostrando que a implementação de uma UDM se configura em um importante processo formativo para professores em formação inicial, no sentido de contribuir para que avancem em relação ao conhecimento profissional desejado. A pesquisa proposta nesta tese avança no sentido de investigar as potencialidades formativas da implementação da UDM para professores em formação continuada.

Assim, baseado nas premissas de Porlán e Rivero (1998) sobre a necessidade do professor de avançar de um conhecimento profissional dominante para um conhecimento profissional desejado e entendendo que formação continuada se constitui em um processo reflexivo e contextualizado que integra teoria e prática, propõe-se investigar nesta pesquisa como o processo de implementação de uma UDM (planejamento, intervenção e replanejamento) incide sobre o desenvolvimento do conhecimento prático-profissional de um professor de Química do ensino médio público, que participa do ProfQui.

Nesse sentido, a premissa é que um ciclo de implementação de uma UDM pode contribuir para que o professor possa refletir criticamente sobre a influência de algumas tendências-obstáculos postuladas pela *Red IRES*, como: a fragmentação e dissociação entre teoria e prática e entre o explícito e o tácito; a tendência à simplificação e ao reducionismo; o favorecimento da conservação adaptativa em detrimento a evolução construtiva; a preferência pela uniformidade em relação a diversidade. Além disso, acredita-se que a tensão gerada na tentativa do professor em integrar os vários elementos do planejamento, assim como refiná-los com fundamentação na teoria e na prática, contribua para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejado.

Na próxima seção apresenta-se, com mais detalhes, as aproximações e os afastamentos entre o percurso de implementação de uma UDM e as propostas apresentadas pela *Red IRES* para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável.



#### **2.2.4 Desenvolvimento do conhecimento profissional desejável: aproximações e afastamentos entre as propostas da *Red IRES* e da RIPEQ**

Tendo-se discutido os princípios teórico-metodológicos da proposta da *Red IRES* e as principais premissas da implementação de uma UDM, pode-se realizar agora um movimento de aproximação e afastamento entre as 2 diferentes perspectivas formativas. A ideia é apresentar os pontos centrais que unem as 2 visões e traz coerência para uma análise articulada, assim como os pontos que elas diferem e, portanto, são as principais contribuições teóricas desta investigação.

De um modo geral, ambas se fundamentam na premissa de que o professor se forma em um movimento processual, tentativo e evolutivo, que tem como eixo propulsor problemas oriundos da prática profissional real. É o movimento de reflexão crítica e teoricamente orientada da prática que conduz ao desenvolvimento do conhecimento profissional desejável. Além disso, as 2 estão atreladas a uma concepção de planejamento didático-pedagógico crítico, autoral, fundamentado, intencional e que busca cumprir um objetivo proposto *a priori*.

Outro ponto de consonância é a necessidade de uma atuação profissional docente que apresente coerência teórica e funcionalidade prática. Os esforços do professor para unir essas componentes são cruciais para seu processo formativo e para um desenvolvimento crítico da profissão, que sobreponha a visão de *senso comum* da docência como um exercício de competências técnicas ou baseada em experiências irrefletidas e meramente ativistas.

O trabalho docente é concebido como uma atividade complexa que necessita de um *rol* de saberes que interagem e se modificam na tentativa de se resolver problemas contextuais reais. Desse modo, os saberes do professor se desenvolvem em uma tríade, elencada pela *Red IRES*, de planejamento, prática e teoria, a qual é corroborada na UDM. Essas 3 componentes interagem por meio da resolução de problemas prático-profissionais.

Nesse sentido, o processo de implementação de uma UDM adere à perspectiva da *Red IRES* ao considerar o conhecimento profissional desejado como um conhecimento gerado pela inter-relação entre os saberes acadêmicos, os saberes baseados na experiência, os saberes relacionados às rotinas e guias de ação e os saberes das teorias implícitas. O desenvolvimento e a integração desses saberes devem ocorrer por meio de teorias práticas, geradas na tentativa de o professor resolver problemas prático-profissionais reais do dia a dia de sala de aula. A reflexão

para a resolução de problemas prático-profissional gera uma tensão dialética entre coerência teórica e funcionalidade prática que promove o desenvolvimento/ressignificação/integração dos quatro tipos de saberes.

Pode-se ressaltar, ainda, que o percurso de implementação de uma UDM tem potencial para desenvolver 1 das 3 fontes de reelaboração e transformação do saber profissional desejado. Segundo a *Red IRES*, os saberes da experiência profissional estão articulados com as capacidades de: conhecer a gênese e as características do conhecimento escolar tradicional; reconhecer a existência das concepções dos alunos, assim como sua utilização didática; saber desenvolver, organizar e sequenciar o conhecimento escolar desejável; saber planejar um programa de atividades válido para o tratamento de problemas interessantes para os alunos e com potencialidade para a aprendizagem; saber dirigir o processo de aprendizagem dos alunos; saber favorecer o processo de aprendizagem por investigação; saber o que e como avaliar o processo de ensino e aprendizagem; conhecer as influências da escola no desenvolvimento de propostas pedagógicas (PORLÁN; RIVERO, 1998; GARCÍA-PÉREZ, 2006).

Ademais, trabalhos da RIPEQ vêm mostrando que as 7 tarefas da UDM podem ajudar no desenvolvimento do que os autores da *Red IRES* chamam de saberes curriculares sistematizados (BEGO, 2017; FERRARINI, 2020). A dinâmica de execução das 7 tarefas da etapa de planejamento da UDM auxilia no desenvolvimento de componentes cruciais dos saberes curriculares sistematizados. Segundo a *Red IRES*, esses saberes são: reconhecer a existência das concepções dos alunos, assim como sua utilização didática; saber desenvolver, organizar e sequenciar o conhecimento escolar desejável; saber planejar um programa de atividades válido para o tratamento de problemas interessantes para os alunos e com potencialidade para a aprendizagem; saber dirigir o processo de aprendizagem dos alunos; saber o que e como avaliar o processo de ensino e aprendizagem; conhecer as influências da escola no desenvolvimento de propostas pedagógicas.

A execução de 1 das tarefas da UDM, permite ainda, a caracterização criteriosa do contexto, que pode ajudar o professor na transição, sugerida pelo *Red IRES*, entre um modelo didático considerado ideal e um modelo didático possível. Desse modo, as demais escolhas demandadas pelas tarefas da UDM podem ser balizadas em relação ao que é possível, tendo em vista o contexto da unidade local e as características dos alunos. Outro ponto importante dessa tarefa é trazer os indícios

iniciais de problemas próprios do contexto em que o professor pode trabalhar em seu planejamento, o que o *Red IRES* chama de problemas prático-profissionais.

Durante o planejamento da UDM o professor é instigado a refletir sobre problemas oriundos do âmbito da investigação profissional, que segundo os autores espanhóis podem ser exemplificados como: quais devem ser os objetivos do ensino? Qual a natureza do conteúdo escolar? Que características apresentam as concepções dos alunos? O que sabemos sobre os tópicos do currículo dos alunos? Como favorecer a evolução das concepções dos alunos? Como avaliar? Como planejar uma unidade didática? Qual meu modelo didático pessoal?

Para a *Red IRES*, os âmbitos da investigação profissional são 1 dos 3 níveis de concretização do conhecimento profissional desejável. Nos outros níveis de concretização aparecem um ponto crucial de distanciamento entre a proposta da rede e o modelo de implementação da UDM. A *Red IRES* sugere os metacconhecimentos profissionais em uma perspectiva construtivista e investigativa. Perspectiva esta que é adotada no 3º nível que propõe um modelo didático de referência, que para a rede deve ser o *Modelo de Investigación en la Escuela*.

O modelo de planejamento didático-pedagógico da UDM aposta na ideia de não assumir uma perspectiva educacional ou um modelo didático de referência *a priori*. Nesse modelo, defende-se que o professor deve ter autonomia para, de fato, escolher sua abordagem metodológica em processo crítico e autoral, fundamentado em uma análise científico-epistemológica, didático-pedagógica e contextual. Acredita-se que essa escolha auxilie o professor a ter consciência de seu modelo didático e forneça as balizas teórico-ideológicas para que suas ações em sala de aula sejam coerentes com essa escolha pedagógica, a qual é, em última instância, de sua alçada profissional. É o esforço empenhado em aliar os vários elementos do planejamento com a abordagem metodológica, tida como eixo central do modelo, que auxiliariam o professor a internalizar guias e rotinas de ação coerentes teoricamente com a abordagem selecionada. A importância de o professor ter consciência de seu modelo didático pessoal também é enfatizada pela *Red IRES*.

Além de ter a abordagem metodológica como eixo central, que deve ser um note para a integração dos demais elementos do planejamento didático-pedagógico, outra característica fundamental da UDM que não é explicitada na proposta da *Red IRES* é a imposição de assumir múltiplas estratégias didáticas no planejamento. Mais do que auxiliar no trabalho com diferentes conteúdos e modos dos alunos

aprenderem, aliar de forma coerente e coesa múltiplas estratégias didáticas dentro do planejamento didático-pedagógico também é um processo formativo, pois exige a mobilização/ressignificação/articulação das fontes do conhecimento profissional desejável.

Importante se destacar, nesse ponto das discussões, que as premissas da UDM concordam com a *Red IRES* sobre a necessidade de ser avançar de modelos mais simples como o tradicional, tecnicista e baseados na primazia do saber acadêmico. Porém, a atual versão da UDM apresentada e analisada nesta tese não apresenta mecanismos explícitos de impedir que o professor escolha algum desses modelos para fundamentar seu planejamento. A aposta é que os passos sugeridos para a confecção da UDM conduzam a essa evolução, como se pretende investigar nesta tese.

A implementação da UDM (planejamento, intervenção e replanejamento) visa auxiliar um processo, que segundo a *Red IRES*, é de extrema importância para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejado: a integração entre resultados da experiência (2ª e 3ª etapas da UDM), hipótese inicial (1ª etapa da UDM) e modelo didático pessoal. Essa integração é realizada em momentos de reflexão individual e coletiva durante a implementação.

Além disso, as 2 propostas concordam que as tentativas de integração entre os vários elementos do planejamento contribuem para o processo formativo do professor, articulando os vários saberes que compõem o conhecimento profissional desejado. Partilham, ainda, o ideal de uma formação docente orientada, centrada na prática e na investigação.

Quando comparados os processos de desenvolvimento do conhecimento profissional desejado apresentado pela *Red IRES*, o curso CAIC e o CIMA, e a implementação da UDM, pode-se encontrar alguns componentes em comum, dentre eles: preocupação com as concepções apresentadas pelos alunos; escolha coerente e fundamentada dos conteúdos que serão ensinados; proposição de atividades a serem desenvolvidas em sala de aula; utilização de mapas conceituais; utilização de um planejamento elaborado de forma autoral em um contexto real de sala de aula; elaboração de diários de aula do professor sobre a intervenção realizada; etapas de planejamento, intervenção e reflexão; escolha fundamentada de instrumentos de avaliação; momentos de reflexão individual e coletiva sobre a intervenção.

As grandes diferenças dessas propostas para o percurso formativo de implementação de uma UDM são: investigação na própria sala de aula sobre as concepções daqueles alunos em específico; momentos pré-determinados de discussão coletiva de professores em formação, durante a fase de planejamento; imposição de um momento de publicação dos dados obtidos na pesquisa de cada professor.

Tendo-se explicitados as aproximações e os afastamentos entre a proposta da UDM e as premissas da *Red IRES*, pode-se propor que este trabalho de pesquisa busca avançar em relação à teoria que se tem posta ao investigar como um processo de implementação de uma proposta, que não apresenta um modelo didático de referência e uma concepção de fundo de educação definidos *a priori*, mas oriundos de uma escolha autoral docente, influencia o desenvolvimento do conhecimento profissional desejado em um professor em formação continuada.

### 3 Procedimentos metodológicos

Nas seções anteriores foram apresentadas a perspectiva de formação continuada adotada nesta pesquisa, as especificidades da formação continuada de professores de Química no ProfQui, as premissas da *Red IRES* para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável e a proposta de percurso formativo para professores de Química por meio da implementação de uma UDM. Nesta seção, se apresenta com mais detalhes a justificativa, fundamentada na literatura, que embasa a relevância desta pesquisa para a área do conhecimento em que se insere. Além disso, são explicitados os problemas de pesquisa e questões de pesquisa, o contexto de coleta de dados, o desenho de pesquisa, as fontes de informação e o procedimento de análise dos dados coletados.

#### 3.1 Justificativa, problema e questões de pesquisa

##### 3.1.1 Justificativa para a pesquisa e para a escolha do referencial teórico

A revisão sistemática da literatura “*Intersecção entre a formação continuada de professores e as várias tipologias de saberes docentes nas pesquisas brasileiras*” (MORALLES; BEGO, 2020), realizada como parte dos trabalhos desta tese, mostrou que trabalhos que buscam entender como ocorre o desenvolvimento de saberes docentes, em cursos de formação continuada de professores, são muito raros nas pesquisas brasileiras. Nas palavras dos autores, o objetivo era investigar “como vem ocorrendo a intersecção entre as discussões sobre o desenvolvimento de saberes docentes e a formação continuada de professores em periódicos nacionais” (MORALLES; BEGO, 2020, p. 5).

A revisão foi realizada para o período compreendido entre junho de 2014 (início da vigência do PNE, que estabelece metas e estratégias para o desenvolvimento da formação continuada no país) e junho de 2019 (para completar exatamente metade da vigência do PNE). A base de dados selecionada foi o Portal de Periódicos CAPES/MEC<sup>59</sup> com o *corpus* de dados disponíveis para a Universidade

---

<sup>59</sup> O portal de periódicos CAPES/MEC é uma base de dados que agrupa uma vasta gama de artigos escritos em língua portuguesa. Acesso em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?>

Estadual Paulista (UNESP). Como descritores para a temática de formação continuada de professores foram utilizados: “formação continuada”, “educação continuada”, “educação permanente”, “formação em serviço”, “formação em exercício”, atualização, capacitação, aperfeiçoamento, treinamento e reciclagem. Esses foram associados, por meio do operador booleano *AND*, aos descritores: saberes (professor\* *OR* docente\*), competências (professor\* *OR* docente\*) e conhecimentos (professor\* *OR* docente\*). Cada par de descritores (Relacionado à formação continuada *AND* relacionado aos saberes docentes) foram pesquisados separadamente (MORALLES; BEGO, 2020).

Como principais resultados desse levantamento da literatura pode-se destacar que: *I*) foram encontrados apenas cinco trabalhos que investigavam a intersecção entre a formação continuada de professores e a temática de saberes docentes; *II*) nenhum artigo se focava em investigar professores de Química, sendo o ensino de Matemática o principal foco; *III*) os trabalhos eram referentes a professores do ensino fundamental e médio, sendo o primeiro de maior incidência; *IV*) constatou-se que não há grupos de pesquisa no Brasil focados nessa interface; *V*) o referencial de saberes docentes mais utilizado nos cinco artigos foi o trabalho de Maurice Tardif (2014); *VI*) além de Maurice Tardif (2014), pode-se encontrar como referencial Ball, Thames e Phelps (2008) que discutem saberes exclusivos para o ensino de matemática, Ramal (2002) que propõe características que o professor deve apresentar para trabalhar com TIC, Shulman (1986) que apresenta conhecimentos necessários para a docência, além de um artigo que apresenta uma aproximação teórica de vários autores sobre competências docentes; *VII*) a área de interface entre a formação continuada de professores e as tipologias de saberes docentes se mostrou polissêmica e polifônica; *VIII*) não foi possível identificar tendências teórico-metodológicas predominantes para a coleta e análise dos dados (MORALLES; BEGO, 2020).

Fundamentado nesses resultados, pode-se apresentar quatro importantes justificativas para sustentar a relevância desta pesquisa: *I*) há poucos trabalhos focados na interface entre a formação continuada de professores e o desenvolvimento de saberes docentes, o que indica a necessidade de investigações nessa área; *II*) não foi possível encontrar trabalhos de interface para professores de Química, que é o foco de interesse desta pesquisa; *III*) nenhum trabalho estava focado na formação continuada de professores em mestrados profissionais, que se constituem em uma

das vias importantes para esse tipo de formação; IV) não foi possível identificar um consenso em relação ao referencial a se adotar para as discussões relacionadas aos saberes docentes, sendo que nenhuma pesquisas apresentou foco no desenvolvimento do conhecimento profissional desejado, como proposto por Porlán e Rivero (1998).

A escolha das discussões sobre o conhecimento profissional desejável da *Red IRES*, como fundamentação teórica para saberes docentes desta pesquisa, se deve à aproximação entre as ideias da rede com a perspectiva de formação continuada que se adotou. Para a *Red IRES*, o conhecimento profissional desejável se desenvolve fundamentado em problemas prático-profissionais do contexto real de atuação do professor. Esse mesmo ideal é defendido na concepção de formação continuada adotada nesta pesquisa. Acredita-se que uma formação continuada que traga benefícios, para o desenvolvimento profissional do professor e para o processo de ensino e aprendizagem, deve se desenvolver no contexto escolar de atuação docente, sendo guiado pelos problemas práticos singulares e imprevisíveis que emergem em sala de aula.

Ademais, a *Red IRES* defende que o desenvolvimento do conhecimento profissional pode ocorrer durante o processo reflexivo, problematizado, fundamentado e prático de articulação entre os diferentes elementos do planejamento. Dessa forma, esta pesquisa se difere dos trabalhos da *Red IRES* ao propor o processo de implementação da UDM como meio de relacionar os vários elementos do planejamento. Outra diferença importante entre as duas perspectivas é que o modelo da UDM não impõe que o professor assuma uma abordagem metodológica definida *a priori* por especialistas externos a seu contexto de atuação.

Em relação às características desejáveis para a formação continuada no Ensino de Química, a UDM, por meio de um percurso formativo de implementação, propicia a aquisição/articulação/ressignificação de conteúdos centrais da Química e da atividade científica, trabalha a atualização didática articulada com os conhecimentos científicos, favorece o desenvolvimento de propostas inovadoras e reflexão didática explícita e permite desenvolver conhecimentos específicos da Didática das Ciências durante o processo de pesquisas sobre a própria prática.

Por fim, algumas pesquisas realizadas na RIPEQ (BEGO, 2017; FERRARINI, 2020), rede na qual este trabalho foi desenvolvido, mostraram que a implementação da UDM pode auxiliar no processo inicial de desenvolvimento do conhecimento



profissional desejável em professores em formação inicial. Esta pesquisa se propõe a avançar nessa área do conhecimento ao analisar o desenvolvimento em professores em formação continuada que participam do ProfQui. Como processo de formação continuada, o ProfQui abre a possibilidade de o professor trabalhar por um longo período de tempo com uma equipe da academia e fundamentar o processo em problemas práticos reais emergentes do dia a dia escolar.

Tendo-se apresentado as justificativas e relevância desta pesquisa para a área do conhecimento, a próxima subseção apresenta o problema e as questões geral e específicas de pesquisa.

### 3.1.2 Problema e Questões de pesquisa

Tendo-se como referência o espaço singular e frutífero que o ProfQui apresenta para o desenvolvimento da formação continuada, esta pesquisa pretende investigar o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável durante um processo de formação continuada realizado no âmbito do mestrado profissional, especificamente quando o professor trabalha com a implementação de uma UDM no Ensino de Química. Dessa forma, a pergunta que orientou esta pesquisa é:

*De que modo o processo de implementação de uma UDM incide sobre o desenvolvimento do conhecimento prático-profissional de um professor em formação continuada?*

Como desdobramento da questão central e de forma a operacionalizar o processo de coleta e tratamento de informações, foram propostas as seguintes questões de pesquisa:

✓ *Em que medida ocorre o desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável na etapa de planejamento de uma UDM?*

✓ *Em que medida a etapa de intervenção didático-pedagógica de uma UDM contribui para a superação dos obstáculos para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável?*

✓ *Como a etapa de replanejamento de uma UDM impacta no desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável?*

Desse modo, esta pesquisa busca subsídios para identificar em que medida o processo de planejamento, intervenção e replanejamento de uma UDM, entremeados de reflexões em níveis individual e coletivo, contribui para o

desenvolvimento do conhecimento prático-profissional durante a formação continuada de um professor de Química, no contexto do ProfQui.

### 3.2 Contexto de pesquisa

#### 3.2.1 Contexto Geral

Esta pesquisa se desenvolveu com um professor do ensino médio público, que ingressou, em 2018, no ProfQui. Por questões éticas e para proteger a identidade, o colaborador<sup>60</sup> da pesquisa foi identificado como professor Hélio.

O ProfQui se estrutura como um curso de Mestrado Profissional em Química (*stricto sensu*) que se apresenta na modalidade semipresencial, com duração de 24 meses com bolsa e prazo regular máximo de 36 meses. Esse modelo de pós-graduação tem a coordenação da UFRJ e a cogestão da SBQ. Ainda fazem parte do projeto algumas instituições denominadas como associadas, que juntas formam uma rede de instituições de ensino superior nacional (BRASIL, 2018). Em especial, o colaborador desta pesquisa desenvolveu seu mestrado no Instituto de Química da UNESP de Araraquara.

A premissa desta pesquisa é que o ProfQui se configura como um espaço ímpar para a formação continuada, uma vez que algumas das críticas relatadas anteriormente acerca de iniciativas de formação continuada têm a possibilidade de serem superadas no âmbito do programa. O primeiro ponto a se destacar é que o ingressante do mestrado profissional é orientado a usar, como fonte de pesquisa, problemas práticos provenientes do seu local de trabalho, diminuindo, assim, a distância do processo formativo com a realidade enfrentada em suas salas de aula. Este terá, ainda, um orientador, que o acompanhará por um longo período, durante o processo de formação continuada.

---

<sup>60</sup> O termo colaborador foi utilizado em detrimento ao termo sujeito, pois entende-se que mais do que apenas ser uma fonte de informação, o colaborador contribui para discussões sobre temáticas importantes, gera questionamentos e agrega conhecimentos e experiências fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa. Este coopera com o trabalho ao ceder, de forma voluntária, seu tempo, para responder questionários e entrevistas, e muito de sua propriedade intelectual, documentos produzidos no processo. Ademais, apesar de anonimizado, o colaborador da pesquisa não é uma pessoa indeterminada, suas características próprias são essenciais para a ponderação dos resultados obtidos. Também é necessário se atentar para o fato de que a relação pesquisador-colaborador não é de soberania, mas sim de cooperação.

Ademais, o desenvolvimento do produto educacional e da dissertação de mestrado exigidas pelo programa, foi desenvolvida pelo colaborador da pesquisa por meio do processo de planejamento, intervenção e replanejamento de uma UDM.

Em síntese, pode-se dizer que o mestrado no ProfQui impõe dois grandes problemas práticos-profissionais a serem solucionados durante a formação, investigar a própria prática e desenvolver uma proposta inovadora. Especialmente o colaborador desta pesquisa e seu orientador da UNESP optaram por trabalhar esses problemas práticos-profissionais, por meio a implementação de uma UDM.

Na próxima seção detalha-se os contextos específicos de intervenção didático-pedagógica.

### **3.2.2 Contexto específico**

O professor Héliio implementou sua UDM em uma escola estadual pública de ensino médio de uma cidade do interior do estado de São Paulo. A economia da cidade é baseada na agricultura da laranja e nas indústrias de acessórios e brinquedos para bebês. Segundo dados do IBGE, a referida cidade, no censo de 2010, contabilizou um total de 14.686 pessoas em uma área da unidade territorial de 368,604 km<sup>2</sup>.

Em 2019, o salário médio mensal dos trabalhadores formais era de 1,7 salários mínimos, ocupando a 615ª posição em relação à média salarial das 645 cidades do estado, em relação ao país a posição 2978 em um total de 5570 cidades. Além disso, a cidade apresenta, em 2018, um PIB de R\$ 15488,05 que a coloca na posição 556 no estado e 3078 no país (BRASIL, 2021).

A taxa de escolarização da população de 6 a 14 anos, em 2010, era de 96,5%, o que deixa a cidade e posição 576ª no estado e 4193ª no país. Segundo o IBGE a cidade possui 7 escolas de ensino fundamental e 3 de ensino médio. Em 2020 contava com um total de 520 alunos matriculados no ensino médio e 1803 no ensino fundamental. Em 2019, ano de utilização da UDM pelo professor na prática, o número de alunos matriculados no ensino médio era de 457 e no ensino fundamental 1.825 (BRASIL, 2021).

O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) da rede pública, em 2017, era de 6,6 para os anos iniciais do ensino fundamental, 846ª posição no país e

262<sup>a</sup> no estado. Para os anos finais do ensino fundamental, o IDEB foi de 5,2, ocupando a 727<sup>a</sup> posição no país e 203<sup>a</sup> no estado (BRASIL, 2021).

A escola onde a UDM foi implementada atende a 4 turmas de ensino médio no período da manhã e conta com uma infraestrutura com: 13 salas de aulas todas mobiliadas; 1 sala de recurso pedagógico; 2 salas que compõem a sala de leitura com um excelente acervo; 1 laboratório de ciências (com multimídia), que é pode ser utilizado como sala de aula; 6 salas de multimídia que estão sendo utilizadas como sala de aula; 1 lousa interativa, instalada em sala de aula; 1 sala para professores; 1 sala para diretoria; 1 sala para secretaria; 1 sala de mediação; 1 sala para coordenação pedagógica; 1 pequeno depósito de materiais pedagógicos; 1 sala de apoio pedagógico; 1 sala de materiais de Educação Física; 1 sala para xérox; 1 arquivo; 2 instalações sanitárias para alunos (masculino/feminino); 2 instalações sanitárias para docentes e funcionários (masculino/feminino); 1 quadra de esporte descoberta; 1 quadra de esporte coberta; 1 cozinha interna (professores/funcionários); 1 cozinha externa onde são servidas as merendas um pátio coberto; 1 cantina; 2 vestiários (feminino/masculino); 1 zeladoria; 1 laboratório de informática; 2 almoxarifados (DADOS DE PESQUISA).

Toda essa caracterização específica da cidade na qual a escola da intervenção está situada, e de seu público-alvo, é importante, porque podem interferir diretamente nas escolhas do professor em relação às temáticas mais importantes a serem trabalhadas e, até mesmo, as estratégias didáticas selecionadas. Ademais, como discutido nas próximas seções, o próprio contexto social, econômico e cultural acaba sendo um ponto importante a se considerar no sentido dos cuidados metodológicos relativos à generalização dos achados de pesquisa.

### **3.3 Natureza da pesquisa**

#### **3.3.1 A escolha pela abordagem de pesquisa qualitativa**

Os termos pesquisa qualitativa e quantitativa são utilizados para se referir a uma série de procedimentos, abordagens, métodos e fundamentos teóricos (FLICK, 2013). A pesquisa quantitativa está teoricamente fundamentada em uma perspectiva realista e positivista. Desse modo, acredita-se em uma realidade objetiva, independente, que deve emergir por meio da investigação (MOREIRA, 2011).

Segundo Moreira (2011, p. 58), o pesquisador quantitativo “busca descobrir uma realidade com existência própria, da qual ele ou ela deve estar o mais desvinculado possível a fim de evitar qualquer viés”.

Nessa mesma perspectiva, Gunther (2006, p. 203) afirma que em uma pesquisa quantitativa:

[...] tenta-se obter um controle máximo sobre o contexto, inclusive produzindo ambientes artificiais com o objetivo de reduzir ou eliminar a interferência de variáveis interferentes e irrelevantes. Entre as variáveis irrelevantes e potencialmente interferentes, incluem-se tanto atributos do pesquisador, por exemplo, seus valores, quanto variáveis contextuais ou atributos do objeto de estudo que “não interessam”.

Na pesquisa quantitativa parte-se de uma proposição teórica prévia, que será investigada. Essa investigação é operacionalizada usando indicadores que permitam uma mensuração do conceito, com o objetivo de replicabilidade. Assim, respostas subjetivas ou perguntas e comentários das questões, não fazem parte do interesse da pesquisa. Os sujeitos investigados, nessa perspectiva, são considerados membros representantes de um grupo específico, escolhido de forma a se obter uma amostragem aleatória (FLICK, 2013).

A coleta de dados deve ser padronizada com o intuito de cumprir os critérios de confiabilidade, validade e objetividade. O principal foco é encontrar generalizações e causalidades (FLICK, 2013), por meio do uso de números, gráficos, coeficientes e outros indicadores objetivos (MOREIRA, 2011). Como exemplos de pesquisas quantitativas, pode-se citar as experimentais, as quase-experimentais e as experimentais de sujeito único (MOROZ; GIANFALDONI, 2006).

Diferentemente da pesquisa quantitativa, segundo Moreira (2011, p.58), o pesquisador qualitativo “[...] procura um entendimento interpretativo de uma realidade socialmente construída na qual ele está imerso”.

Esse tipo de pesquisa não necessita de uma hipótese teórica a ser estudada e operacionalizada *a priori*. Além disso, não está preocupada em mensurar ou padronizar as situações de pesquisa. Os participantes, portanto, são estimulados a responderem as questões de interesse, que em sua maioria podem ser abertas, espontaneamente e com suas próprias palavras (FLICK, 2013).

Ainda em relação à coleta de dados, Gunther (2006, p 203) ressalta que na pesquisa qualitativa há uma: “[...] relativa falta de controle de variáveis estranhas ou,

ainda, a constatação de que não existem variáveis interferentes e irrelevantes. Todas as variáveis do contexto são consideradas como importantes”.

Outra característica marcante é que os sujeitos a serem pesquisados são escolhidos propositalmente em quantidades que não estão ligadas a representatividade estatística de amostragem. Desse modo, as generalizações são obtidas em nível teórico e não em nível estatístico (FLICK, 2013). O objeto central da pesquisa qualitativa não é testar uma proposição teórica, mas sim produzir hipóteses explicativas ou teorias a partir da pesquisa realizada.

Para Yin (2016), uma pesquisa qualitativa apresenta cinco características preponderantes: I) busca entender o significado da vida das pessoas em seu contexto real, sendo os dados coletados com o mínimo de interferência dos processos de pesquisa; II) tem a pretensão de representar as opiniões e perspectivas das pessoas de um estudo; III) permite coletar os dados sem isolar o fenômeno pesquisado das condições sociais, institucionais e ambientais; IV) não está focada em uma descrição narrativa e cronológica da vida da pessoa, mas sim em uma tentativa de explicar os acontecimentos por meio de conceitos existentes ou emergentes; V) tem como princípio utilizar múltiplas fontes de evidências, devido à complexidade em se estudar um fenômeno, com uma grande diversidade de sujeitos, em seu ambiente de vida real.

Como exemplo de desenhos de pesquisa, reconhecidas pelo termo qualitativa, estão a etnográfica, a participante, a observacional, o estudo de caso, a fenomenológica construtivista, a interpretativa, a antropológica cognitiva, entre outras (MOREIRA, 2011). Flick (2013) sumariza as principais diferenças entre as pesquisas quantitativa e qualitativa no Quadro 23.

Quadro 23. Diferenças entre a pesquisa qualitativa e quantitativa.

|                         | <b>Pesquisa quantitativa</b>                                                       | <b>Pesquisa qualitativa</b>                             |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Teoria</b>           | Como um ponto de partida a ser testado                                             | Como um ponto final a ser desenvolvido                  |
| <b>Seleção do caso</b>  | Orientada para a representatividade (estatística), amostragem idealmente aleatória | Intencional de acordo com a fecundidade teórica do caso |
| <b>Coleta de dados</b>  | Padronizada                                                                        | Aberta                                                  |
| <b>Análise de dados</b> | Estatística                                                                        | Interpretativa                                          |
| <b>Generalização</b>    | Em um sentido estatístico para a população                                         | Em um sentido teórico                                   |

Fonte: Flick (2013, p. 24).

A principal vantagem da pesquisa quantitativa é a possibilidade de estudar muitos casos em um período curto, com resultados altamente generalizáveis. Como desvantagem, nem sempre os aspectos de interesse para os pesquisadores são do interesse dos sujeitos de pesquisa. Ademais, o contexto que influencia os dados coletados pode não ser adequadamente considerado (FLICK, 2013).

A vantagem da pesquisa qualitativa é que ela permite uma análise mais detalhada e fidedigna dos casos em seu contexto, além de possibilitar que os participantes determinem o que é mais importante. As desvantagens são a demora na coleta e análise dos dados e a dificuldade de generalização dos resultados obtidos (FLICK, 2013).

Em relação aos pontos em comum que as pesquisas apresentam, pode-se citar: I) usam, de forma sistemática, métodos empíricos; II) apresentam possibilidades de generalizações das conclusões obtidas; III) utilizam questões de pesquisa para as quais os procedimentos selecionados devem ser apropriados para resolver; IV) as perguntas devem ser elaboradas de forma sistemática e planejada; V) os projetos de pesquisas devem ser analisados segundo sua aceitabilidade ética e adequabilidade; VI) os resultados da pesquisa e os caminhos que conduziram a eles, devem ser apresentados com clareza (FLICK, 2013).

Moreira (2011, p. 47) argumenta que a característica comum entre essas diferentes estratégias, que permite a sua categorização em um mesmo grupo, é o fato de que todas têm:

[...] interesse central da pesquisa na questão dos significados que as pessoas atribuem a eventos e objetos, em suas ações e interações dentro de um contexto social e na elucidação e exposição desses significados pelo pesquisador.

Tendo expostas as principais características das pesquisas qualitativa e quantitativa, pode-se agora sustentar, a partir de características dos eventos investigados nesta pesquisa, a opção pela abordagem qualitativa. A investigação se focou em investigar um professor dentro de seu contexto de trabalho, sem a preocupação de isolar o fenômeno de interesse, de seu contexto social, político, cultural ou econômico. Outras características que aproximam este trabalho da perspectiva qualitativa é a ausência, *a priori*, do controle de variáveis experimentais e a não intenção de assumir a proposta de confirmação empírica de uma teoria. A perspectiva, portanto, é encontrar elementos oriundos da interação real desse professor com o processo de formação continuada, de modo a produzir hipóteses explicativas e teorizações que permitam entender como ocorre o desenvolvimento de seu conhecimento profissional no processo de implementação de uma UDM.

Dentre os vários desenhos de pesquisa qualitativa, optou-se pela utilização do estudo de caso, apresentado e justificado na seção a seguir.

### **3.3.2 O estudo de caso como desenho de pesquisa**

Para Yin (2001), o que diferencia o estudo de caso de outros desenhos de pesquisa é a possibilidade de lidar com situações contemporâneas em seu contexto específico, no qual o limite entre o fenômeno e o contexto não pode ser facilmente definido. Além disso, o autor defende que o estudo de caso seja entendido como uma estratégia de pesquisa abrangente que incorpora abordagens específicas para a coleta e a análise dos dados. Outra característica importante do estudo de caso é o fato de o pesquisador apresentar pouco controle sobre como se desenrola o evento que está interessado em investigar.

O autor destaca, ainda, que uma pesquisa desenhada na perspectiva do estudo de caso deve apresentar as seguintes características: *I)* pesquisar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real; *II)* focar em uma situação única como mais variáveis de interesse que pontos de dados; *III)* utilizar várias fontes de informação de forma que essas possam ser trianguladas; *IV)* fazer uso de proposições teóricas prévias para guiar a coleta e a análise de dados (YIN, 2001).



Com base nessas características, Yin (2011) sugere que a escolha em trabalhar com esse desenho envolve refletir sobre 3 aspectos da pesquisa: I) o tipo de questão de pesquisa; II) a extensão do controle sobre eventos comportamentais efetivos; III) e se o grau de enfoque da pesquisa está em acontecimentos históricos ou contemporâneos. No Quadro 24 é apresentado um esquema que compara diferentes estratégias de pesquisa baseado nos três aspectos apresentados.

Quadro 24. Situações relevantes para diferentes estratégias de pesquisa.

| <b>Estratégia</b>                 | <b>Questões de pesquisa</b>        | <b>Exige controle sobre eventos comportamentais?</b> | <b>Focaliza acontecimentos contemporâneos?</b> |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <b><i>Experimento</i></b>         | Como, por que                      | Sim                                                  | Sim                                            |
| <b><i>Levantamento</i></b>        | Quem, o quê, onde, quantos, quando | Não                                                  | Sim                                            |
| <b><i>Análise de arquivos</i></b> | Quem, o quê, onde, quantos, quando | Não                                                  | Sim/ Não                                       |
| <b><i>Pesquisa histórica</i></b>  | Como, por que                      | Não                                                  | Não                                            |
| <b><i>Estudo de caso</i></b>      | Como, por que                      | Não                                                  | Sim                                            |

Fonte: Yin (2001, p. 24).

Para Stake (2000), o estudo de caso pode ser delineado como uma pesquisa que tem como foco um fenômeno singular e original que deve ser tratado como um sistema delimitado com partes que se integram.

Em seu trabalho intitulado de “*Usos e abusos do estudo de caso*”, Alves-Mazzotti (2006) busca aproximações e distanciamentos entre as propostas, de utilização do estudo de caso como técnica de pesquisa, entre os autores mais utilizados como referência na área, Robert Yin e Robert Stake. Para Alves-Mazzotti (2006, p. 648), os autores concordam sobre 2 aspectos:

[...] nem todo estudo de uma única unidade pode ser considerado um estudo de caso, e estudos de caso não são fáceis de serem realizados, ao contrário, eles se revestem de grande complexidade, o que exige o recurso a técnicas variadas de coleta de dados.

Em relação à divergência entre os autores, Alves-Mazzotti (2006) destaca que está fundamentada em: caracterização dos estudos de caso, como apresentado no decorrer deste texto, e na questão da generalização. Para Yin (2001), a generalização no estudo de caso é possível, pois sempre existe a possibilidade de se identificar hipóteses em um caso particular que pode ser testado em outros casos de modo a elaborar generalizações robustas.

Já Stake (2000) entende que a generalização não deve ser uma preocupação do pesquisador que faz uso do estudo de caso, pois isso pode desviar sua atenção sobre fatos importantes sobre o caso estudado. O que o autor sugere é que, apesar de ter potencialidades de gerar resultados generalizáveis, esse movimento mais amplo deve ser feito pelos leitores do trabalho e não pelos pesquisadores (ALVES-MAZZOTTI, 2006).

Comparando confluências e divergências entre as propostas de Robert Yin e Robert Stake, Alves-Mazzotti (2006, p. 650) conclui que o estudo de caso qualitativo pode ser entendido como “[...] uma investigação de uma unidade específica, situada em seu contexto, selecionada segundo critérios predeterminados e, utilizando múltiplas fontes de dados, que se propõe a oferecer uma visão holística do fenômeno estudado”.

Segundo Moreira (2011, p. 86), a característica mais marcante do estudo de caso é:

[...] a crença de que os sistemas humanos desenvolvem uma completude e integração, isto é, não são simplesmente um conjunto de partes ou traços. Por conseguinte, o estudo de caso se encaixa em uma tradição holística de pesquisa segundo a qual as características de uma parte são determinadas grandemente pelo todo ao qual pertence. A compreensão das partes requer a compreensão de suas inter-relações no todo. É uma visão sistêmica que pressupõe que os elementos de um evento educativo, por exemplo, são interdependentes e inseparáveis e uma mudança em um elemento implica uma mudança no resto.

O autor ressalta que o ponto de interesse de uma pesquisa baseada no estudo de caso é identificar padrões que permitam entender como as coisas ocorrem e por que ocorrem. Essas constatações podem ser utilizadas para fazer previsões ou obter indicadores para serem usados em outros estudos (MOREIRA, 2011).

O estudo de caso, como estratégia de pesquisa, pode ser utilizado em duas variantes distintas, o caso único e os casos múltiplos. No estudo de caso único os esforços são direcionados para a análise de apenas uma unidade. Assim, o foco está em um indivíduo, um pequeno grupo, uma instituição, um programa ou um evento. Nos estudos de casos múltiplos são utilizados para pesquisas que desenvolvem vários estudos simultaneamente. Pode-se, portanto, estudar concomitantemente vários indivíduos, instituições, programas ou eventos (ALVES-MAZZOTTI, 2006).

Em síntese, pode-se dizer que pesquisas desenvolvidas utilizando o estudo de caso estão focadas em uma visão holística de um fenômeno singular, contemporâneo e original que deve ser analisado em seu contexto real de manifestação. Além disso, devem ser encaradas como um sistema delimitado no qual suas partes se integram e inter-relacionam. Essa estratégia busca orientar a coleta e análise dos dados com o intuito de obter padrões, identificados por meio da triangulação de várias fontes de informação.

Nessa perspectiva, a utilização do estudo de caso neste trabalho se fundamenta na possibilidade singular de estudar um recorte, *in loco*, da formação continuada do professor Hélio participante do ProfQui, em relação ao desenvolvimento do conhecimento prático-profissional, durante o planejamento, intervenção e reelaboração de uma UDM. A pesquisa foi arquitetada em uma abordagem corroborativa na qual se intencionou a triangulação de uma série de fontes de informação, conforme apresentado na próxima seção.

Entende-se, porém, que esse recorte da formação continuada está diretamente integrado e é influenciado não só pela formação do professor anterior ao programa, mas por todo o processo de formação propiciado no contexto particular do ProfQui. Todos os resultados, portanto, estão atrelados a esse colaborador em específico e a este contexto singular de formação.

### **3.4 Fontes de informação**

Como fontes de informação foram utilizados documentos, a participação do colaborador da pesquisa e espaços:

1) O colaborador da pesquisa foi um professor que exerce suas atividades lecionando no ensino médio e que cursou o ProfQui, no polo do Instituto de Química

de Araraquara da UNESP, tendo desenvolvido sua dissertação utilizando o processo de implementação de uma UDM;

II) Os documentos coletados foram três versões da UDM: inicial, de intervenção e reelaborada. Todas produzidas pelo professor Hélio durante o desenvolvimento de seu projeto de pesquisa no ProfQui. Por fim, foi coletado um questionário de caracterização do colaborador;

III) Os espaços utilizados foram as salas de aulas da escola na qual foi desenvolvida a intervenção e as reuniões de orientação do professor Hélio com seu formador.

A estratégia de pesquisa baseada no estudo de caso comporta a utilização de 3 métodos de coleta de dados: fazer perguntas aos sujeitos, observação de eventos e análise de documentos (ANDRÉ, 2008). Partindo dessa premissa e seguindo o procedimento que vem sendo adotado pelo grupo de pesquisa nos últimos anos (BEGO, 2017; FERRARINI, 2020), foram utilizados como instrumentos de pesquisa: questionário, filmagem das implementações das UDM, observação e gravação das reuniões entre o orientador do mestrado e o colaborador e entrevista com o professor colaborador.

Nas próximas seções são detalhados os instrumentos de coleta de dados.

### **3.4.1 Questionário de caracterização do colaborador da pesquisa**

Segundo Gil (2008, p. 121), pode-se delinear o questionário na pesquisa em Ciências Sociais como uma:

[...] técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado *etc.*

Em suas discussões sobre o uso do questionário na pesquisa científica, Marconi e Lakatos (2003, p. 201) o definem como “um instrumento de coleta de dados construído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador”. Como o preenchimento do questionário não conta com a explicação das perguntas pelos elaboradores, estas devem ser

idealizadas com uma linguagem simples e direta, mas evitando o uso de gírias (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

Algumas normas de elaboração podem auxiliar na obtenção de boas perguntas: I) levar em consideração o nível de instrução do informante; II) diminuir a possibilidade de mais de uma interpretação para a mesma pergunta; III) os enunciados não devem induzir a resposta; IV) as perguntas precisam tratar de uma ideia de cada vez (GIL, 2008).

Outras formas de garantir o entendimento das questões e sua objetividade é construí-lo em um processo que engloba: I) a verificação da eficácia em relação aos objetivos; II) determinação da forma, quantidade, da ordem e dos conteúdos das questões; III) elaboração de alternativas às questões; IV) elaboração de uma carta de apresentação e fazer um pré-teste para correção de erros de formulação (GIL, 2008).

Em relação à forma, as questões podem ser fechadas, abertas e dependentes. As abertas são respostas livres, as fechadas são de escolher uma alternativa e as dependentes são aquelas questões que só fazem sentido para alguns respondentes que são selecionados pelo próprio questionário (GIL, 2008).

As questões ainda podem ser classificadas em relação a seus conteúdos: I) questões sobre fatos obtêm dados concretos como sexo, idade, naturalidade, entre outros; II) questões sobre atitudes e crenças investigam dados subjetivos; III) questões sobre comportamentos tentam entender em relação ao ponto de vista da própria pessoa sobre comportamentos passados ou presentes; IV) perguntas sobre sentimentos explicitam relações emocionais em relação a fatos, fenômenos instituições ou pessoas; V) perguntas sobre padrões de ação estão relacionados a padrões éticos de ações; VI) perguntas referentes a razões conscientes de crenças, sentimentos, orientações ou comportamentos estão orientadas a responder os “porquês” (GIL, 2008).

Na elaboração do questionário, o pesquisador deve dividir as perguntas em tipo e delimitar a quantidade. Se forem extensos demais podem causar fadiga e desinteresse, se forem curtos demais, podem não ser eficientes para recolher as informações necessárias. Para facilitar o posterior processo de análise, é recomendado que se crie um código de identificação para cada pergunta (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Em termos estruturais, fatores estéticos como tamanho da letra, espaço para preenchimento das respostas e a disposição dos itens devem ser levados em conta.

É muito importante que se explicita a entidade responsável pela pesquisa e o órgão financiador (MARCONI; LAKATOS, 2003).

O questionário não deve iniciar com perguntas constrangedoras ou com perguntas de dados demográficos. Se recomenda que as questões sejam ordenadas das mais abrangentes para as mais específicas. Essa lógica de apresentação pode ser invertida caso o assunto não seja suficientemente motivador para os informantes, nesse caso iniciar com questões mais específicas pode aumentar o interesse na pesquisa (GIL, 2008).

Em relação à apresentação, recomenda-se que o questionário seja acompanhado de uma carta de apresentação da pesquisa. Essa carta deve explicitar a natureza da pesquisa, sua importância e a importância das informações geradas pelo questionário para os pesquisadores (MARCONI; LAKATOS, 2003). Pode-se inserir ainda informações como instruções para preenchimento e devolução e agradecimento da equipe (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). Essas explicações podem contribuir para que os colaboradores se motivem para responder e entregar o questionário.

O pré-teste deve ser utilizado para identificar falhas no questionário antes da aplicação com os colaboradores da pesquisa. Essa etapa pretende analisar as questões em relação a sua fidedignidade (os resultados serem parecidos quando aplicados por pessoas diferentes), validade (todos os dados levantados serem necessários para a pesquisa) e operatividade (vocabulário claro e acessível) (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Dentre as vantagens de um questionário pode-se citar: *I)* pode ser utilizado com um grande número de pessoas simultaneamente em diferentes partes do mundo, sem a necessidade de viagens; *II)* não demanda grandes gastos com equipe de trabalho, pois não exige o treinamento de pesquisadores; *III)* em caso de questionários anônimos, os colaboradores sentem maior liberdade e segurança para responder às questões; *IV)* diminui a influência do pesquisador nas respostas, pois não há participação direta da equipe no momento do preenchimento; *V)* apresenta flexibilidade do horário, pois o colaborador pode responder a hora que quiser e demorar o tempo que for necessário; *VI)* em virtude da impessoalidade do instrumento, os dados são mais uniformes e *VII)* as respostas são obtidas de forma rápida e precisa (MARCONI; LAKATOS, 2003; GIL, 2008).

Em relação às desvantagens: I) diminui o universo de coleta, pois excluem pessoas que não sabem ler e escrever; II) são poucos os questionários enviados que voltam preenchidas; III) alguns questões acabam voltando sem respostas; IV) o colaborador não pode ser auxiliado quando não entende a pergunta; V) é produzido com um número restrito de perguntas para estimular o preenchimento; VI) não são conhecidas as circunstâncias as quais foram respondidos; VII) as perguntas podem ser interpretadas diferentes por pessoas diferentes; VIII) a leitura de uma questão pode influenciar a resposta da outra; IX) nem sempre a pessoa selecionada responde o questionário e X) exige um universo homogêneo (MARCONI; LAKATOS, 2003; GIL, 2008).

Neste projeto de pesquisa, a utilização do questionário teve o intuito de levantar informações pessoais sobre o colaborador da pesquisa de forma a auxiliar em sua caracterização. O questionário proposto (APÊNDICE A) teve como objetivo obter informações da formação do professor, suas atuações profissionais e os cursos de formação continuada que este realizou durante sua carreira profissional.

Em relação às suas características, o questionário aplicado: pode ser classificado na categoria fato, sendo focado em informações básicas da formação e carreira do professor; é curto; apresenta de forma clara a entidade e o pesquisador responsáveis pela pesquisa; foi confeccionado com uma linguagem simples e sem o uso de gírias; as perguntas foram formuladas de modo a não induzir a resposta e tratar de uma temática por vez.; por ser aplicado em meio digital, apresenta espaço adequado para as respostas do colaborador da pesquisa.

Para garantir a adequação das perguntas, o questionário foi inspirado em outros questionários utilizados em trabalhos do grupo de pesquisa que esta tese de doutorado faz parte e passou por uma etapa de pré-teste.

### **3.4.2 Observação das reuniões de orientação.**

Segundo Angrosino (2009, p. 56), a observação, na pesquisa qualitativa, pode ser entendida como “o ato de perceber as atividades e os inter-relacionamentos das pessoas no cenário de campo através dos cinco sentidos do pesquisador”. Em vista disso, os principais tipos de dados ilustrativos obtidos por esse método são: I) gestos das pessoas; II) interações sociais; III) ações; IV) cenas e V) ambientes físicos (YIN, 2016).

Observação e entrevista são os principais métodos de coleta de dados na pesquisa educacional. O destaque da primeira em relação a outros métodos se dá em função das possibilidades de o observador validar hipóteses por meio de experiência direta (LÜDKE; ANDRÉ, 1986) e de observar comportamentos de indivíduos *in loco*, que são norteados por aspectos inconscientes, não sendo, por isso, acessados por entrevistas ou questionários (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Para Lüdke e André (1986), outra prerrogativa que sustenta o uso desse método é a oportunidade de o observador chegar mais perto da perspectiva do colaborador da pesquisa, ou seja, compreender melhor suas visões de mundo. Esse método, segundo as autoras, permite evidenciar aspectos que não foram previstos no planejamento. Possibilita um contato direto do pesquisador com o fenômeno e permite a coleta de dados em situações nas quais outras formas de comunicação não seriam possíveis.

Além disso, a observação como método de coleta de dados qualitativos apresenta as vantagens de: I) não exigir tanto do pesquisador como outros métodos; II) possibilitar o estudo de uma grande gama de fenômenos; III) permitir o registro de atitudes comportamentais típicas; IV) não estar fortemente atrelada à introspecção ou reflexão; V) permitir investigar aspectos alheios aos roteiros de entrevistas ou questionários (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Em relação às desvantagens, podem-se destacar: I) os colaboradores observados tendem a criar impressões, que podem ser boas ou ruins, do observador; II) alguns fatos escapam ao olhar do observador por não poderem ser previstos com antecedência; III) situações imprevistas podem interferir na pesquisa; IV) a duração dos acontecimentos é variável e podem ocorrer ao mesmo tempo, o que dificulta a coleta de dados; V) alguns aspectos do dia a dia podem ser inacessíveis ao pesquisador (MARCONI; LAKATOS, 2003). Além de que indivíduos diferentes podem olhar para o mesmo objeto ou situação e terem perspectivas diferentes, pois o modo como cada ser singular enxerga a realidade que o cerca está atrelado a sua bagagem cultural, suas vivências sociais, aptidões e predileções.

Destarte, a confiabilidade e a validade da observação como método de coleta de dados, em uma pesquisa qualitativa, estão atreladas ao seguimento de um conjunto de regras que a faça dessa uma observação científica (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Uma observação científica se difere de uma observação casual por ser sistemática, ou seja, apresenta intencionalidade, utiliza procedimentos específicos,



realiza registros metodicamente, está sujeita a validação, controle e impõe que planejamento e execução ocorram com vistas a um objetivo definido a priori (DANNA; MATOS, 2006; SELTZ *et al.*, 1965). Outras características marcantes que diferenciam as observações diárias da observação científica são um elevado grau de consciência durante o ato de observar e uma rígida atenção nos detalhes (ANGROSINO, 2009). Em consequência desse rígido procedimento de planejamento e execução, a observação sistemática permite inter-relacionar o comportamento dos indivíduos com as circunstâncias ambientais postas (DANNA; MATOS, 2006).

Além de seguir uma rigorosa sistemática de observação científica, a confiabilidade deste método de coleta de dados pode ser potencializada, segundo Yin (2016), triangulando suas informações com outras fontes de coleta. Em relação a seu planejamento, uma observação científica deve conter um conjunto de definições que compreendem “onde”, “quando”, “quem”, “o que” e “como” será observado o fenômeno de interesse (DANNA; MATOS, 2006).

Segundo Danna e Matos (2006, p. 14), a coleta de dados por observação se preocupa em registrar:

[...] os comportamentos exibidos pelo sujeito: contatos físicos com objetos e pessoas, vocalizações, expressões faciais, movimentações no espaço, posturas e posições do corpo e etc. Os dados referem-se também às situações ambientais, isto é, às características do meio físico e social em que o sujeito se encontra, bem como às mudanças que ocorrem no mesmo.

Lüdke e André (1986) destacam, ainda, que durante o planejamento deve ser realizado um treinamento do pesquisador. Um bom observador deve ser capaz de focar-se exclusivamente na observação, fazer registros descritivos e organizados, filtrar detalhes relevantes dos triviais e seguir metodicamente um método científico de observação (PATTON, 1980).

Essa coleta de dados pode ser documentada utilizando-se registros cursivos, uso de palavras-chave, *checklist* e códigos. A ficha de registro utilizada no processo é denominada de protocolo de observação (DANNA; MATOS, 2006).

O protocolo de observação é composto, basicamente, por 3 tipos de informações: I) identificação geral, que compõe informações do observador e objetivos da coleta de dados; II) identificação das condições em que a observação ocorre, que incluem informações de “quando”, “quem” e “onde”; III) registro de comportamentos e

circunstâncias ambientais, refere-se a “como” e “o que” será observado (DANNA; MATOS, 2006).

Dentre as informações do observador, destacadas no primeiro tipo de informação, deve-se conter as atitudes do pesquisador-observador durante a coleta (BORGAN; BILKEN, 1982).

As informações levantadas por meio do segundo grupo apresentam grandes consequências para a análise final dos dados, pois tanto características individuais do organismo como o ambiente que este se encontra, influenciam suas ações. Esse bloco do protocolo de observação pode conter: data, horário, número de colaboradores, sexo, idade, nível socioeconômico, grau de escolaridade, identificar se há pessoas com deficiências, formato do local e suas dimensões, número de objetos presentes, condições de iluminação, condições de funcionamento dos objetos, descrição das atividades que estão sendo desenvolvidas no local da observação e descrição de possíveis pessoas alheias à observação. A escolha de quais aspectos estarão presentes na ficha e qual o grau de detalhamento desses, dependerá dos objetivos da pesquisa (DANNA; MATOS, 2006).

Bogdan e Biklen (1982) defendem ainda a inserção de uma seção reflexiva nos registros das observações. Essa deve conter impressões pessoais do observador. Nas palavras de Lüdke e André (1986, p. 31):

A parte reflexiva das anotações inclui as observações pessoais do pesquisador, feitas durante a fase de coleta: suas especulações, sentimentos, problemas, ideias, impressões, concepções, dúvidas, incertezas, surpresas e decepções.

A seção reflexiva do protocolo de observação pode contar ser dividida em subseções (LÜDKE; ANDRÉ, 1986):

I) reflexões analíticas: estão ligadas a conhecimentos que o pesquisador está adquirindo durante a observação, como novos temas, associações etc.;

II) reflexões metodológicas: estão relacionados a problemas com os procedimentos e estratégias metodológicas e as formas de solucioná-los;

III) mudanças na perspectiva do observador: nessa seção devem ser registradas as opiniões e expectativas do observador e se/como mudaram durante o processo;

IV) esclarecimentos necessários: são pontos que não ficaram muito claros na observação e que merecem um maior investimento em busca de esclarecê-los.

Nesse ponto podem ser relatadas algumas explicações necessárias para entender algum fato relatado até então.

Para aumentar a acuidade dos registros é interessante que estes sejam realizados o mais próximo possível do momento em que determinado fenômeno aconteceu. É importante destacar que a observação ainda pode combinar diferentes modos de registro dos dados como materiais transcritos de gravações, fotografias, filmes, slides, entre outras formas de registro (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Ainda que a observação permita alcançar uma extensa gama de aspectos, o tipo de dado coletado nesse método depende do objetivo da pesquisa. Uma pesquisa que objetiva identificar comportamentos, a observação é focada nas ações dos colaboradores no ambiente observado. Se a preocupação é avaliar como as variáveis interferem em determinado comportamento, a observação se preocupa com a frequência dos comportamentos, bem como as circunstâncias que antecedem e prosseguem estes. Se o interesse é estudar a eficácia de um procedimento, a observação é focada em registrar as mudanças de comportamento comparando antes, durante e depois da aplicação do procedimento em questão (DANNA; MATOS, 2006).

Segundo Angrosino (2009), atualmente, a observação pode ser classificada em grandes categorias, adotando-se como critério a associação do observador com o grupo em estudo:

I) associação periférica: apesar de se inserir no grupo a ser observado, criando identidade, o pesquisador não participa das atividades essenciais que constituem o objetivo da pesquisa.

II) membro ativo: o pesquisador se envolve diretamente com atividades essenciais, todavia, não se compromete com valores, metas e atitudes do grupo observado.

III) associação completa: o estudo é realizado com um grupo de indivíduos, no qual o observador é membro ativo e engajado.

O autor destaca também que, mesmo existindo graus de associação do observador com o grupo estudado, toda observação que exija a inserção do pesquisador no ambiente de estudo é uma observação participante, uma vez que, a própria presença do pesquisador altera de alguma forma o comportamento dos indivíduos observados, alterando os eventos em estudo (ANGROSINO, 2009).

Por fim, Danna e Matos (2006) destacam que a observação é um importante instrumento de socialização e validação do trabalho científico, pois permite que procedimentos e conclusões sejam reproduzidos, avaliados e aperfeiçoados por estranhos à pesquisa.

No estudo apresentado nesta tese, fez-se uso da observação por associação periférica, posto que, apesar do pesquisador estar presente nos ambientes estudados e ter associações com os indivíduos, não interferiu na condução das atividades.

A observação foi utilizada em momentos diferentes:

I) Reuniões de orientação: reuniões entre o professor Hélio e seu orientador para discussão tanto do planejamento quanto da intervenção didático-pedagógica.

II) Intervenção: momento de desenvolvimento da UDM na escola.

A utilização da observação nesta pesquisa teve como objetivos:

I) Identificar os principais momentos de expressão e indícios dos primeiros passos na superação de tendências-obstáculo na implementação da UDM;

II) Identificar as principais dificuldades apresentadas pelo professor em articular os elementos do planejamento durante o desenvolvimento da UDM;

No APÊNDICE B apresenta-se o protocolo (ficha de registo) utilizado para as observações desta pesquisa. Todos os momentos de observação realizados foram gravados em forma de áudio ou em vídeo e, posteriormente, transcritos para a análise (APÊNDICE E).

### **3.4.3 Entrevista**

A observação permite que se retire das situações estudadas várias informações concernentes a comportamentos e inter-relações entre os indivíduos, porém algumas vezes esses dados necessitam ser enriquecidos com explicações dos próprios observados. Destarte, uma etapa subsequente da observação é, comumente, a utilização da entrevista (ANGROSINO, 2009).

A entrevista, nas palavras de Haguette (1997, p. 86), é “[...] um processo de interação social entre duas pessoas na qual uma delas, o entrevistador, tem por objetivo a obtenção de informações por parte do outro, o entrevistado”. Ao utilizar a entrevista como um método de coleta de dados é necessário explorar suas potencialidades como instrumento investigativo, não deixando com que essa se

reduza a um simples diálogo. Em suas discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa, Rosa e Arnoldi (2006, p.17) a compreendem como “[...] uma discussão orientada para um objetivo definido, que, por meio de um interrogatório, leva o informante a discorrer sobre temas específicos, resultando em dados que serão utilizados na pesquisa”. Corroborando essa perspectiva, Angrosino (2009, p.61) define entrevista como “[...] um processo que consiste em dirigir a conversação de forma a colher informações relevantes”.

As definições de entrevista apresentadas acima expõem uma concepção neutra, com o informante ocupando uma posição passiva no processo, servindo simplesmente de relator. No entanto, Minayo (1996) olha para o entrevistado como um ator ativo e, devido a isso, influenciado pelas circunstâncias que a entrevista está inserida, assim como pelas relações entrevistador/entrevistado.

Os dados obtidos por meio da entrevista podem ser divididos em categorias: natureza objetiva e natureza subjetiva. As informações de natureza objetiva, podem ser obtidas por outros métodos de coleta de dados e dizem respeito a fatos “concretos”. Já os dados de natureza subjetiva, só podem ser obtidos a partir da fala dos atores envolvidos no fenômeno de interesse e estão ligados a valores, opiniões, crenças e atitudes (MINAYO, 1996). Assim, para Duarte (2004, p. 2015), a entrevista é recomendada: “[...] quando se precisa/deseja mapear práticas, crenças, valores e sistemas classificatórios de universos sociais específicos, mais ou menos bem delimitados, em que os conflitos e contradições não estejam claramente explicitados”.

Haguette (1997) sugere que uma entrevista é composta pelas componentes: I) o entrevistador; II) o entrevistado; III) a situação da entrevista; IV) o roteiro. É importante salientar que, apesar dos elementos serem, didaticamente, tratados de forma separada, na prática essa fragmentação não é permitida, uma vez que há uma inter-relação entre eles (HAGUETTE, 1997).

A primeira desvantagem do método que se pode alçar é a interferência subjetiva do entrevistador nos dados coletados, posto que a construção do roteiro de entrevista, assim como a escolha do entrevistado, é diretamente influenciada por concepções que o pesquisador apresenta do assunto (HAGUETTE, 1997). Outra grande limitação e desvantagem se manifesta na interação entre entrevistador e entrevistado. Os dados se tornaram ricos em informação e mais autênticos à medida que a relação entre os atores do processo se torne mais amigável (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Além disso, os esclarecimentos obtidos podem estar contaminados pela possibilidade de benefícios futuros para o entrevistado (motivos ulteriores) ou por uma tentativa do mesmo de agradar o entrevistador para se alinhar a seus posicionamentos (HAGUETTE, 1997).

O entrevistador gera grandes fontes de distorções aos dados levantados. Para garantir a confiabilidade das informações é necessário um pesquisador informado sobre o assunto e os objetivos da entrevista, que seja um ouvinte paciente, com uma desenvolvida capacidade de comunicação verbal e com habilidade de estimular que os relatos fluam de forma espontânea e sem direcionamentos (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Um bom investigador deve, igualmente, ser dotado de uma “atenção flutuante” que vai muito além da preocupação com o discurso verbalizado. Para Lüdke e André (1986, p. 36), o pesquisador deve estar atento a “[...] uma gama de gestos, expressões, entonações, sinais não-verbais, hesitações, alterações de ritmo, enfim, toda uma comunicação não verbal cuja captação é muito importante para compreensão e a validação do que foi efetivamente dito”.

O estado emocional do entrevistado também tem interferências nas informações obtidas. Isso em decorrência a um contínuo ajuste de ações e emoções que se reflete na fala do colaborador. Para Minayo (1996, p. 10), “a existência na linguagem faz com que qualquer atividade humana tenha lugar numa rede particular de conversações, que se define em sua particularidade pelo emocional que define as ações que nela se coordenam”.

Assim, o estado emocional do informante no ato da entrevista, bem como no momento que ocorreu o evento relatado, devem ser ponderados na análise dos dados. Dentre os fatores de nervosismo que podem interferir nas informações relatadas estão: I) a entrevista representar uma situação nova ao informante e esse não saber como se portar; II) a impressão de superioridade do entrevistador sobre o entrevistado; III) medo de relatar alguma informação que pode ser comprometedora; IV) o fato do entrevistador, no geral, ter maior formação acadêmica/cultural que o entrevistado (HAGUETTE, 1997).

Em relação ao último fator relatado acima, muitos autores já se debruçaram sobre esse problema recorrente em entrevistas e tentaram sua resolução. O que a literatura especializada recomenda é que por meio do diálogo, entre os atores do

processo, se desenvolva uma relação de horizontalidade baseada no respeito à importância que a informação do entrevistado apresenta (SZYMANSKI, 2018).

Outro componente, que não foi considerado por Haguette (1997), mas que interfere diretamente nos dados da entrevista, é o instrumento de registro das informações. Geralmente esse registro é realizado por gravações ou anotações durante a entrevista. Os instrumentos de gravação podem ser um fator de intimidação para o entrevistado, influenciando suas dissertações.

Por fim, outra desvantagem da entrevista é que essa está condicionada à memória e capacidade de relatar informações do entrevistado (HAGUETTE, 1997).

Pode-se dizer, portanto, que nesse método, há uma influência recíproca entre entrevistador e entrevistado, pois as informações obtidas durante a entrevista afetam o rumo desta, podendo causar mudanças no roteiro de perguntas previamente traçado (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Não se deve esquecer que há uma intencionalidade nas ações do entrevistador que influencia diretamente os rumos adotados pela entrevista. Sendo assim, os dados da entrevista refletem tanto no entrevistador como no entrevistado, assim como a relação desenvolvida entre eles no processo (SZYMANSKI, 2018).

O roteiro desenvolvido também pode deturpar a fala do informante. Deve-se cuidar para que a linguagem seja adequada ao nível de instrução do entrevistado e para que as perguntas tenham sentido para aquele indivíduo singular. Caso esses critérios não sejam atendidos, pode ocorrer decréscimo no grau de autenticidade e veracidade das informações colhidas (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Um bom roteiro deve conter uma sequência lógica entre os assuntos saindo dos mais simples para os mais complexos, sem saltos bruscos. A ordem dos questionamentos deve ser diligentemente planejada para que perguntas, de cunho pessoal e com alta carga emocional, não bloqueiem a respostas das questões subsequentes (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

No Quadro 25 estão alguns tipos de questões que, segundo Angrosino (2009, p. 62 - 64), podem ajudar ou atrapalhar o desenvolvimento de entrevistas sistemáticas.

Quadro 25. Tipos de questões que conduzem de forma positiva ou negativa uma entrevista.

| <b>Questões recomendadas para uma entrevista</b>                                                                                   | <b>Questões não recomendadas para uma entrevista</b>                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Assentimentos neutros                                                                                                              | Perguntas de respostas embutidas                                                         |
| Repetir o que a pessoa disse com uma pergunta                                                                                      | Ignorar pistas quando o entrevistado(a) introduz temas novos que lhe parecem importantes |
| Pedir mais informações                                                                                                             | Redirecionar ou interromper uma história                                                 |
| Pedir esclarecimento de contradições                                                                                               | Ignorar os sinais não verbais do entrevistado                                            |
| Pedir opinião                                                                                                                      | Perguntas que pareçam dizer ao entrevistado a resposta que você quer                     |
| Pedir elucidação de um termo                                                                                                       | Usar sinais não verbais                                                                  |
| Pedir listas de coisas a fim de ter uma melhor ideia de como os membros da comunidade classificam e organizam o mundo ao seu redor | -                                                                                        |
| Solicitar narrativas de experiências                                                                                               | -                                                                                        |

Fonte: quadro estruturado a partir de Angrosino (2009, p. 62 - 63).

Em relação a todos os condicionantes do discurso do informante, que interferem diretamente nos dados coletados, Haguette (1997, p.88) frisa que:

[...] temos que reconhecer que estamos recebendo meramente o retrato que o informante tem de seu mundo, cabendo a nós, pesquisadores, avaliar o grau de correspondência de suas afirmações com a “realidade” objetiva ou factual.

Desse modo, a fala do entrevistado apresenta ocultamentos e distorções que estão entrelaçados com os dados representativos da pesquisa e, portanto, deve-se interpretar essas informações à luz de suas condicionantes. Ademais, é preciso se considerar que o relato é um recorte de determinado momento vivido que é reinterpretado pelo informante antes de sua fala. Nessa perspectiva, o relato produzido no processo da entrevista é único e foi balizado pela série de condicionantes que permeiam a interação entrevistador-entrevistado (SZYMANSKI, 2018). Nas palavras de Szymanski (2018, p.13):



[...] a entrevista também se torna um momento de organização de ideias e de construção de um discurso para um interlocutor, o que já caracteriza o caráter de recorte da experiência e reafirma a situação de interação como gerador de um discurso particularizado. Esse processo interativo complexo tem um caráter reflexivo, num intercâmbio contínuo entre os significados e o sistema de crenças e valores, perpassando pelas emoções e sentimentos dos protagonistas.

Pensar a entrevista como um processo muito mais complexo do que apenas um conjunto de informações articuladas de forma passiva pelos seus atores e que, portanto, está condicionado a uma série de fatores e balizada pela inter-relação entrevistador/entrevistado, permite olhar para esse método como um processo reflexivo. Szymanski (2018, p. 14) descreve o método de entrevista reflexiva como:

[...] um encontro pessoal no qual é incluída a subjetividade dos protagonistas, podendo se constituir um momento de construção de um novo conhecimento, nos limites da representatividade da fala e na busca de uma horizontalidade nas relações de poder, que se delineou esta proposta de entrevista, a qual chamamos de reflexiva, tanto porque leva em conta a recorrência de significados durante qualquer ato comunicativo quanto pela busca de horizontalidade.

Dentre as vantagens da entrevista em relação a outros métodos de coleta de dados estão: *I)* proporciona informações imediatas sobre assuntos variados e com qualquer tipo informante; *II)* permite extrair informações íntimas, individuais e de natureza complexa dos informantes; *III)* possibilita aprofundar informações obtidas de forma superficial por outros métodos, explorando nuances e significados; *IV)* pode ser flexível o bastante para possibilitar, durante sua aplicação, correções, esclarecimentos e adaptações; *V)* abrange entrevistados com pouca escolaridade como analfabetos, por exemplo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; ANGROSINO, 2009).

Tendo apresentada a fundamentação teórica que sustenta a entrevista, pode-se agora discutir alguns fatores práticos/técnicos para sua utilização de forma sistemática, ética, reflexiva e sirva de fonte de informação para pesquisas científicas. Lüdke e André (1986) sugerem uma série de normas de conduta, a serem adotadas em uma entrevista, que incluem respeito às opiniões, impressões, cultura, valores e disponibilidade do entrevistado.

Angrosino (2009) avança um protocolo a seguir para o desenvolvimento fluido e natural de uma entrevista. Para o autor: *I)* não se deve interferir em excesso na

entrevista; II) é recomendado olhar o informante nos olhos e evitar sinais não-verbais; III) uma parte da entrevista pode ser destinada a um bate-papo quebra gelo; IV) a hospitalidade do entrevistado deve ser aceita; V) é importante respeitar o estado de saúde do informante; VI) é necessário um estudo sobre o indivíduo que será entrevistado, assim como da comunidade que esse faz parte; VII) deve-se personalizar a entrevista trazendo à tona alguns componentes pessoais.

Minayo (2014) destaca alguns pontos extremamente importantes para a execução de uma entrevista: I) uma pessoa de confiança do entrevistado deve-lhe apresentar o pesquisador; II) o pesquisador deve explicitar os interesses e os motivos da pesquisa realizada; III) as credenciais institucionais devem ser apresentadas e um termo de adesão a pesquisa deve ser assinado pelos informantes; IV) o entrevistado deve saber o motivo para sua escolha para a pesquisa; V) o anonimato deve ser garantido.

Ademais, deve-se garantir ao entrevistado a liberdade de não participar da entrevista, acesso aos dados coletados, assim como da análise dos mesmo e garantir durante toda a entrevista que o informante consiga compreender o teor das questões (SZYMANSKI, 2018).

Em acordo com todas essas considerações sobre a condução da entrevista, Szymanski (2018) divide uma entrevista reflexiva em algumas etapas: I) contato inicial; II) condução da entrevista e III) devolução. O contato inicial corresponde à apresentação formal do pesquisador, a instituição na qual desenvolve suas pesquisas, seus interesses/objetivos e todas as garantias de segurança em relação ao pesquisador e à pesquisa (SZYMANSKI, 2018).

A condução da entrevista é subdividida em: A) atividades de aquecimento: uma apresentação mais informal tanto do entrevistador como dos entrevistados (tempo de magistério, histórico profissional, formação acadêmica e o que mais for relevante para a pesquisa) e um bate papo para criar um clima de descontração e fortalecer a relação entrevistador/entrevistado; B) Apresentação da questão desencadeadora: utilização de uma questão ampla sobre o tema que se pretende pesquisar, para que o entrevista guie livremente sua narrativa; C) Expressão da compreensão: buscar explicações de alguns pontos que não ficaram claros na narrativa do informante ou tentar confirmar afirmações importantes encontradas; D) Sínteses: oferecer sínteses periódicas aos entrevistados como forma de demonstrar a esse, como sua fala está sendo entendida e trazer a entrevista de volta ao foco de

interesse; E) Questões: perguntas levantadas com funções de esclarecimento, focalização e aprofundamento (SZYMANSKI, 2018).

A devolução se refere ao momento de apresentar ao entrevistado as transcrições da entrevista com uma pré-análise. A função desse procedimento é que o informante possa fazer correções, reafirmações, consideração e explicações de seu discurso inicial (SZYMANSKI, 2018).

Em relação à apresentação dos dados coletados, a literatura especializada aponta alguns elementos que o pesquisador deve deixar explícito em seu relato de pesquisa, para conferir aos seus dados validade, são eles: I) argumentos que sustentem a escolha; II) razões para escolha dos entrevistados; III) quantos informantes foram interrogados; IV) descrição dos entrevistados; V) como foi realizada as entrevistas; VI) apresentar o roteiro de entrevistas; VII) apresentar os referenciais de análise (DUARTE, 2004).

Nesta pesquisa, fez-se uso de uma entrevista reflexiva, com a utilização de um roteiro para condução da entrevista individual (APÊNDICE C). A entrevista foi realizada com o professor logo após a etapa de replanejamento da UDM.

Com esse método pretendeu-se investigar:

I) as principais dificuldades encontradas pelo professor Hélio para o desenvolvimento e implementação de sua UDM;

II) Mudanças na prática docente, do professor em formação continuada, desencadeadas pela implementação didático-pedagógica do modelo de UDM.

A entrevista foi gravada na forma de áudio e transcritas (APÊNDICE E) para análise.

### **3.5 Procedimento de análise dos dados**

#### **3.5.1 A análise de conteúdo**

O tratamento e a análise das informações levantadas foram realizados a partir dos princípios teórico-metodológicos da Análise de Conteúdo (AC). Segundo Bardin (2016, p. 48), a AC pode ser definida como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.

Para Moraes (1999), a AC pode ser utilizada para analisar todos os tipos de materiais (verbais ou não-verbais) com o objetivo de sistematização e interpretação dos dados coletados de modo a propiciar uma compreensão mais rica das fontes de informação, do que seria obtido por uma leitura simples. A categorização propiciada por essa técnica permite encontrar informações que vão além do discurso. Assim, a escolha dessa abordagem, para esta pesquisa em específico, deve-se à sua versatilidade, uma vez que permite a análise tanto das entrevistas como das observações, documentos coletados e questionários.

O método da AC, segundo Bardin (2016), pode ser dividido em 3 polos a serem seguidos cronologicamente: 1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. A pré-análise se constitui na fase de organização do material. Assim, é nesse momento que se escolhe os documentos a serem analisados, ocorre a formulação das hipóteses, a determinação dos objetivos e a formulação de indicadores para a análise. Essas etapas se desenvolvem de forma interdependente, portanto, não necessariamente devem seguir uma sequência (BARDIN, 2016).

A pré-análise é iniciada com uma leitura flutuante do material, com o objetivo de propiciar um contato inicial com os documentos que a serem analisados. Nesse momento, surgem as primeiras impressões e orientações sobre os materiais (BARDIN, 2016).

A escolha dos documentos que formaram o *corpus* de pesquisa deve seguir algumas regras: I) exaustividade: nenhum material pode ser desprezado da análise, a menos que, se tenha uma justificativa irrefutável; II) não seletividade: não se deve selecionar apenas alguns documentos para a análise; III) representatividade: só é permitido a utilização de uma amostra do material, se esse for uma parte representativa do todo; IV) homogeneidade: os documentos utilizados não devem apresentar muita singularidades; V) pertinência: os documentos devem ter potencialidade para responder às perguntas de pesquisa (BARDIN, 2016).

A pré-análise é o momento que surgem as hipóteses de pesquisa, no entanto, isso não é uma obrigatoriedade. Em alguns casos se procede com as análises sem hipóteses *a priori*. Ainda nesse polo são definidos os índices, que devem emergir do texto e com ajuda das hipóteses, caso já estejam estabelecidas. A partir da identificação dos índices, se organiza sistematicamente os indicadores (BARDIN, 2016).

Antes da exploração do material, ainda é feita uma preparação. Nessa fase são feitas cópias do material, recortes, edições, entre outros (BARDIN, 2016).

Segundo Bardin (2016, p, 131), a fase de exploração do material consiste “[...] essencialmente em operações de codificação, decomposição ou enumeração, em função de regras previamente formuladas.”

A codificação pode ser entendida como uma transformação sistemática dos dados brutos em unidades que apresentem características do conteúdo. Essa codificação exige a execução das etapas de: *I*) escolha das unidades, o recorte; *II*) escolha das regras de contagem, a enumeração; *III*) escolha das categorias, a classificação e agregação (BARDIN, 2016).

Na etapa (*I*) deve-se escolher unidades de registro e de conteúdo. As unidades de registro são definidas por Bardin (2016, p. 134) como: “[...] a unidade de significação codificada e corresponde ao segmento de conteúdo considerado unidade de base, visando a categorização e a contagem de frequência”. Como exemplos pode-se citar: palavra, tema, personagem, acontecimento, documento, entre outros.

A unidade de contexto é interligada à unidade de registro, pois sua função é dar significação à segunda. Assim, para a unidade de registro “palavra”, pode-se atribuir uma “frase” como unidade de contexto (BARDIN, 2016).

Escolhida a unidade de registro, faz-se necessário escolher a forma de contar, regra de enumeração (*II*). Como exemplos de formas de contar pode-se citar: a presença ou ausência, a frequência, a frequência ponderada, a coocorrência, entre outras (BARDIN, 2016).

Ademais, é importante salientar que a escolha da regra de enumeração está muito ligada à abordagem de pesquisa utilizada. Em uma abordagem quantitativa, por exemplo, é pertinente utilizar a frequência como enumeração, no entanto, em uma abordagem qualitativa, é mais pertinente utilizar a enumeração ligada a ausência ou presença, por exemplo (BARDIN, 2016).

Bardin (2016, p. 147) define a categorização (*III*), como uma:

[...] operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns desses elementos.

A categorização consiste nos processos de: o inventário: isolar os elementos; a classificação: agrupar os elementos levando-se em consideração a similaridade entre eles. Uma boa categorização deve apresentar as seguintes características: *I*) exclusão mútua: um mesmo elemento não pode ser passível de ser incluído em mais de uma categoria; *II*) homogeneidade: uma mesma categoria só pode apresentar um registro e uma dimensão de análise; *III*) pertinência: para que uma categoria seja válida, é necessário que essa encontre correspondência no material de análise e no referencial teórico; *IV*) objetividade e fidelidade: a categoria deve ser claramente definida e os índices de análise devem ser precisos para decidir a entrada de um elemento nessa categoria; *V*) produtividade: um conjunto de categorias deve originar índices de inferências, hipóteses novas e dados exatos (BARDIN, 2016).

No tratamento dos resultados obtidos e interpretação, os dados são trabalhados de modo a ganharem significação. Essa fase pode, caso seja pertinente, apresentar um tratamento estatístico, pode-se produzir quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos (BARDIN, 2016).

Todos os procedimentos desenvolvidos na etapa de organização e análise dos dados estão sumarizados na Figura 53.

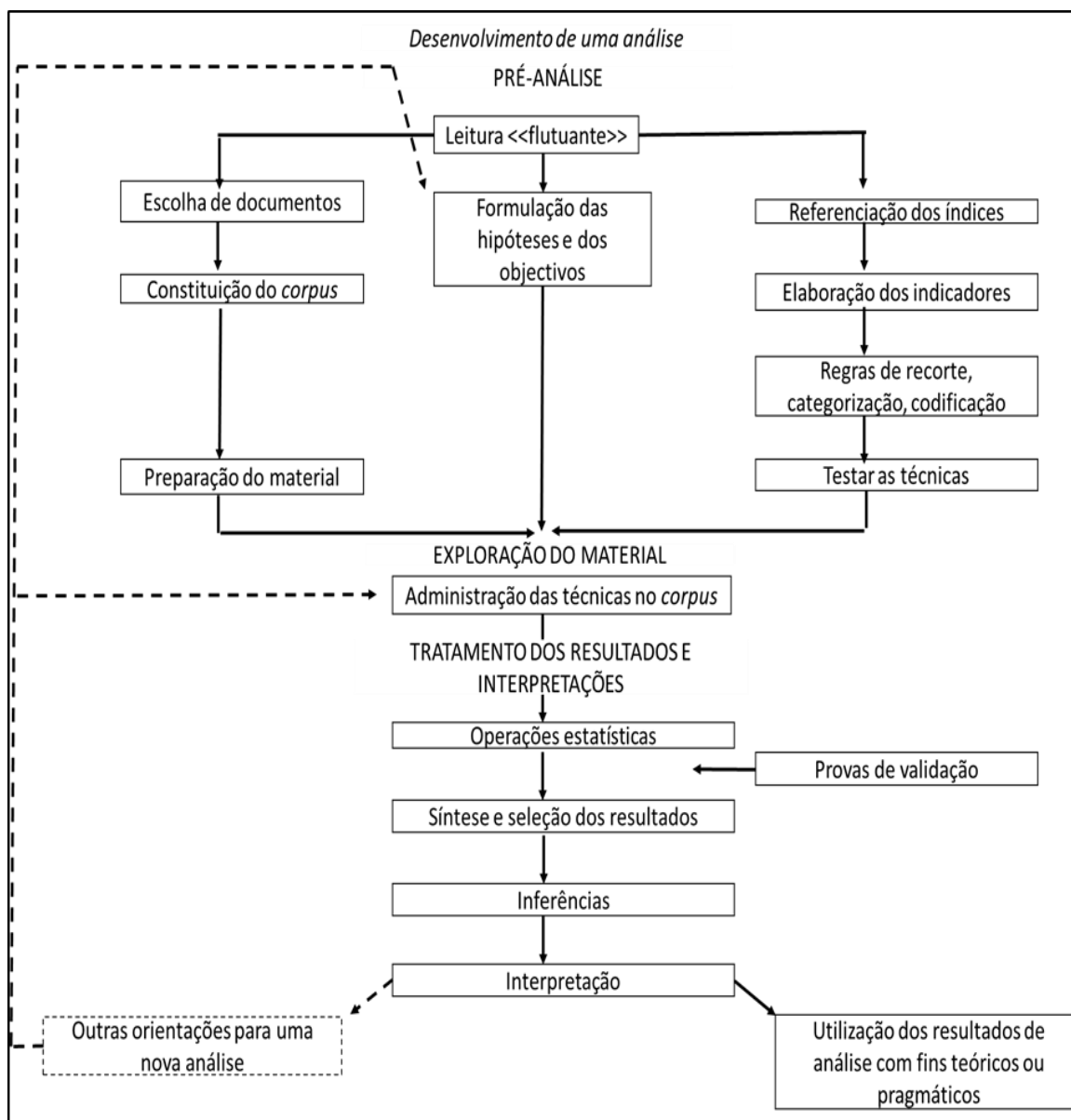


Figura 53. As etapas da AC.

Fonte: Bardin (2016, p. 132).

A utilização da AC nesta pesquisa se deve, principalmente, a 2 fatores: I) à possibilidade de se obter conhecimento por meio de uma análise sistemática e objetiva dos dados, que permitem uma interpretação mais complexa que uma simples leitura e exploração; II) à versatilidade da AC, que tolera o tratamento tanto de dados verbais como não-verbais. Assim, a mesma pode ser aplicada tanto no trabalho de análise documental das versões da UDM, quanto na interpretação e codificação das aulas de intervenção didático-pedagógica, das reuniões de orientação e da entrevista.

Ademais, as premissas da AC auxiliaram na criação das categorias para os instrumentos de análise. Essas seguiram as regras de exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, produtividade, objetividade e fidelidade. Na próxima

subseção é apresentada a proposta de triangulação dessas informações analisadas pela AC.

### **3.5.2. Triangulação das informações**

Para Flick (2009), a triangulação de diferentes fontes de informações se justifica, quando se pretende estudar o fenômeno a partir de diferentes ângulos, produzindo uma linha de argumentação que permita interligar as diferentes perspectivas teóricas disponibilizadas pelas diferentes fontes de informação. Assim, os dados produzidos por essas triangulações devem ajudar a entender o sentido subjetivo de práticas e meios sociais. Além disso, segundo o autor, a triangulação permite uma abordagem interpretativa das práticas sociais que devem servir para analisar além da situação ou atividade atual.

Partindo dessa perspectiva, a proposta de triangulação dos dados, em relação às perguntas de pesquisa, está sumarizada no Quadro 26.



Quadro 26. Questões, fontes e instrumentos de pesquisa.

| QUESTÕES DE PESQUISA                                                                                                                                                         | FONTE DE PESQUISA / INSTRUMENTO DE PESQUISA |                     |                               |                     |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                                                              | Colaborador                                 |                     |                               | Espaço              | Documentos            |
| <i>Enunciado</i>                                                                                                                                                             | <i>Entrevista</i>                           | <i>Questionário</i> | <i>Reuniões de orientação</i> | <i>Sala de aula</i> | <i>Versões da UDM</i> |
| Em que medida ocorre o desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável na etapa de planejamento de um UDM?                                                 | X                                           |                     | X                             |                     | X                     |
| Em que medida a etapa de intervenção didático-pedagógica de uma UDM contribui para a superação dos obstáculos para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável? | X                                           |                     | X                             | X                   |                       |
| Como a etapa de replanejamento de uma UDM impacta no desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável?                                                      | X                                           |                     | X                             |                     | X                     |

Fonte: elaboração própria.

Os instrumentos de análise dos dados para a triangulação estão discutidos nas próximas subseções.

### 3.6 Propostas elaborada para a análise dos dados coletados

Nas próximas subseções apresenta-se: 1) uma proposta, desenvolvida de forma inédita nesta pesquisa, de análise da UDM, fundamentada na perspectiva teórico-metodológica da própria UDM e da *Red IRES* sobre o conhecimento

profissional desejável; II) as principais premissas do ensino fundamentado em modelagem, segundo a literatura especializada; III) a proposta de análise dos vídeos da intervenção didático-pedagógica da UDM, fundamentada nas diretrizes da *Red IRES* sobre as tendências-obstáculos ao conhecimento profissional desejável.

### 3.6.1 Instrumento para análise da UDM

A proposta de análise da UDM se fundamenta em referenciais teóricos primordiais, o próprio modelo de planejamento didático-pedagógico da UDM e as premissas da *Red IRES* para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejado. Os trabalhos da *Red IRES*, apresentados na seção 2.1, indicam que um processo fundamental para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejado é o movimento que o professor deve realizar para articular os vários elementos do planejamento (conteúdo, objetivos, estratégias didáticas, avaliação, recursos didáticos, entre outros).

O modelo da UDM, discutido na seção 2.2.3, apresenta como requisito indispensável o uso da abordagem metodológica como eixo central do planejamento didático-pedagógico e a utilização de múltiplas estratégias didáticas. Na UDM, a abordagem metodológica, entendida como uma escolha autônoma do professor, tem a função de apresentar os fundamentos que devem ser articulados aos vários elementos do planejamento. Ademais, a UDM propõe um planejamento estruturado, mediante a realização de 7 tarefas, e a mediação do professor formador por meio das reuniões de orientação, que podem influenciar diretamente no processo de articulação dos vários elementos do planejamento.

Vinculando essas duas perspectivas, propôs-se um instrumento de análise da UDM em grandes blocos (Quadro 27). O 1º grande bloco (frisado em verde: critérios A), tem a função de orientar a análise sobre como ocorreu a interação entre os vários elementos do planejamento, presentes no modelo da UDM. O 2º grande bloco (frisado em azul: critérios B), guia a análise sobre como se processa a articulação entre os vários elementos do planejamento e a abordagem metodológica.

Quadro 27. Instrumento de análise para o modelo de planejamento didático-pedagógico da UDM: Identificação (ID), critérios de avaliação, descrição e adequação.

| Interrelação entre os vários elementos do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |              |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|-----|
| ID                                                                                          | Critérios de avaliação                                                                                               | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Adequado |              |     |
|                                                                                             |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | SIM      | PARCIALMENTE | NÃO |
| A1)                                                                                         | A UDM pode ser desenvolvida no contexto real da intervenção?                                                         | Adequação das atividades, estratégias didáticas, recursos didáticos e materiais de aprendizagem propostos com a infraestrutura da escola e número de alunos na turma. Essas informações estão descritas Tarefa 1.                                                                                                                                                        |          |              |     |
| A2)                                                                                         | Os conteúdos definidos estão articulados com as orientações curriculares oficiais?                                   | Adequação do conteúdo com a seriação e amplitude definidas nas orientações curriculares oficiais                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |              |     |
| A3)                                                                                         | Os objetivos respeitam a estrutura da taxonomia de Bloom revisada e apresentam coerência com os conteúdos propostos? | Os objetivos devem apresentar verbos, substantivos e gerúndios. Esses devem permitir a explicitação dos conteúdos, as formas de alcançá-los e os instrumentos para avaliação. Além disso, verbo no infinitivo e no gerúndio devem estar no relacionados segundo a taxonomia de Bloom revisada. Pretende-se, também, verificar a adequação dos objetivos com os conteúdos |          |              |     |
| A4)                                                                                         | Os níveis da dimensão dos processos cognitivos e conhecimento estão adequados nos objetivos geral e específicos?     | O objetivo geral deve estar em nível da dimensão processo cognitivo e conhecimento igual ou superior aos níveis dos objetivos específicos. É desejável que o nível da dimensão conhecimento tenha estrutura hierárquica.                                                                                                                                                 |          |              |     |
| A5)                                                                                         | São propostas múltiplas estratégias didáticas?                                                                       | Uma das premissas centrais da UDM. Para UDM é fundamental que o professor utilize uma pluralidade de estratégias didáticas para abranger as especificidades                                                                                                                                                                                                              |          |              |     |

|                                                                                                    |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                           |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                                    |                                                                                                                                  | de cada conteúdo e a diversidade de modos de aprender dos alunos em uma sala de aula.                                                                                     |  |  |  |
| A6)                                                                                                | As estratégias didáticas apresentam correspondências com os objetivos de aprendizagem?                                           | As estratégias didáticas devem estar articuladas com os objetivos de ensino propostos                                                                                     |  |  |  |
| A7)                                                                                                | Os instrumentos/estratégia de avaliação/ materiais de aprendizagem apresentam relação com os objetivos propostos na UDM?         | Os instrumentos/estratégia de avaliação/ materiais de aprendizagem devem permitir avaliar se os objetivos propostos foram atingidos                                       |  |  |  |
| A8)                                                                                                | Os recursos didáticos e a organização da sala estão adequados para trabalhar dentro das premissas das estratégias didáticas?     | Os recursos didáticos e a organização da sala devem possibilitar que se trabalhe adequadamente com as estratégias didáticas selecionadas.                                 |  |  |  |
| A9)                                                                                                | As SD preveem tempo para atividades que não estão relacionadas com o conteúdo, com o propósito de adequar tempo e conteúdo?      | São exemplos dessas atividades: deslocamento dos alunos de uma sala para outra, momento da atribuição de presença, tempo gasto na montagem de experimentos, entre outros. |  |  |  |
| <b>Abordagem metodológica como eixo axial do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM</b> |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                           |  |  |  |
| B1)                                                                                                | Os conteúdos são adequados aos princípios estabelecidos pela abordagem metodológica?                                             | Os conteúdos a serem trabalhados ao longo da UDM precisam guardar coerência com os princípios pedagógicos propostos pela abordagem metodológica escolhida.                |  |  |  |
| B2)                                                                                                | A abordagem metodológica permite trabalhar com algumas concepções alternativas e/ou obstáculos epistemológicos sobre a temática? | A abordagem metodológica deve ser adequada para trabalhar algumas concepções alternativas e/ou os principais obstáculos epistemológicos encontrados na literatura         |  |  |  |
| B3)                                                                                                | Os objetivos geral e específicos estão definidos de forma coerente com a abordagem metodológica?                                 | Os objetivos de aprendizagem definidos na UDM devem estar alinhados aos propósitos educativos definidos na abordagem metodológica                                         |  |  |  |

|     |                                                                                                            |                                                                                                                                                                 |  |  |  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| B4) | As atividades propostas na UDM estão articuladas com os princípios fundamentais da abordagem metodológica? | A UDM deve ter potencialidade de proporcionar a vivência das premissas da abordagem metodológica                                                                |  |  |  |
| B5) | As estratégias didáticas propostas estão relacionadas com os princípios da abordagem metodológica?         | As estratégias didáticas devem ser condizentes com as etapas/momentos fundamentais da abordagem metodológica                                                    |  |  |  |
| B6) | As estratégias/instrumentos de avaliação estão de acordo com os princípios da abordagem metodológica?      | As estratégias/instrumentos de avaliação devem possibilitar o acompanhamento das atividades desenvolvidas pelos alunos na perspectiva da abordagem metodológica |  |  |  |

Fonte: elaboração própria.

➤ *1º grande bloco do instrumento de análise da UDM: inter-relação entre os vários elementos do planejamento didático-pedagógico*

O critério de avaliação A1 busca investigar se o professor fez uma proposta de UDM que se adequa ao contexto real da intervenção, em termos de estratégias didáticas, recursos didáticos e materiais de aprendizagem. A análise se fundamenta na “*caracterização da unidade escolar*” preenchida na tarefa 1 da UDM (contexto da intervenção didático-pedagógica). Se for sugerida, por exemplo, a realização de uma atividade experimental complexa que exige a utilização de um laboratório de ciências e a escola não dispõe dessas instalações, o critério A1 é considerado não adequado.

No critério de avaliação A2, a intenção é verificar se os conteúdos escolares sugeridos estão balizados pelas orientações curriculares oficiais, para aquele nível de ensino. Esse critério é considerado inadequado se o professor sugerir um conteúdo que difere muito das orientações oficiais, como a substituição do conceito de ácidos e bases de Arrhenius<sup>61</sup> pelo conceito de ácidos e bases duros e moles de Pearson<sup>62</sup> no ensino médio, por exemplo. O critério pode ser considerado parcialmente adequado se o conteúdo escolhido estiver nas orientações curriculares oficiais, porém em um período muito diferente do período para o qual a UDM foi planejada.

Analisar se os objetivos de aprendizagem estão de acordo com a estrutura da taxonomia de Bloom revisada é o critério de avaliação A3. Os objetivos de aprendizagem geral e específicos devem conter verbos, substantivos e gerúndios que representem o conteúdo trabalhado, as formas selecionadas para alcançá-los e o instrumento para avaliar o processo de ensino e aprendizagem. Além disto, a escolha dos verbos no infinitivo e no gerúndio devem estar de acordo com o Quadro 18. É necessário analisar, também, se os objetivos estão adequadamente associados aos conteúdos.

Outro ponto importante é que os níveis das dimensões do processo cognitivo e conhecimento, do objetivo geral, estejam em um nível igual ou superior ao nível dos

---

<sup>61</sup> A teoria de ácidos e bases de Svante Arrhenius propõe que ácidos são espécies que em solução aquosa libera íons hidrogênio e bases em solução aquosa liberam íons hidróxidos (RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

<sup>62</sup> Ralph Gottfrid Pearson propôs que ácidos e bases de Lewis podem ser classificados como duros ou como moles. Em linhas gerais, espécies mais polarizáveis são classificadas como moles (ácidos ou bases) e menos polarizáveis como duras (ácidos ou bases) (RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

objetivos específicos, critério A4. Não é adequado, por exemplo, que um objetivo específico esteja no nível *criar* e o objetivo geral se limite ao nível do *entender*.

Uma premissa fundamental da UDM, analisada no critério A5, é a proposição de múltiplas estratégias didáticas a serem utilizadas de forma articulada. Essas estratégias didáticas devem estar diretamente vinculadas aos objetivos de aprendizagem, critério A6. Planejar um jogo didático de memorização para cumprir um objetivo que está no nível da dimensão do processo cognitivo *criar*, por exemplo, seria inadequado.

Além de estar atrelado às estratégias didáticas, os objetivos de aprendizagem devem ter correspondência direta com as estratégias/instrumentos de avaliação, critério A7. O que se espera é que a estratégia/instrumentos de avaliação tenha a potencialidade de levantar indícios de que os objetivos foram ou não atingidos. Logo, cada objetivo específico deve apresentar uma estratégia de avaliação correspondente.

O critério A8 tem o papel de investigar se os recursos didáticos e a organização do ambiente de sala de aula estão adequados para se trabalhar com as estratégias didáticas propostas. Para a estratégia didática de aprendizagem cooperativa *Jigsaw*<sup>63</sup>, por exemplo, é necessário propor uma disposição da sala de aula em grupos de trabalho.

O último critério desse bloco de análise é o A9. Nesse critério, verifica-se se o professor sugeriu em seu planejamento tempos extras para atividades que não estão diretamente relacionadas com os momentos de ensino e aprendizagem. São exemplos desses momentos: deslocamento dos alunos entre as salas de aula, deslocamento para o intervalo, tempo para a atribuição da presença dos alunos, tempo para montagem de experimentos ou distribuição de materiais para os alunos, tempo para formação de grupos de trabalho, entre outros. Essa previsão é importante para que consiga adequar o tempo ao conteúdo proposto.

---

<sup>63</sup> O método *Jigsaw* é fundamentado em discussões em grupos de especialistas, que estudam tópicos diferentes. Em um segundo momento esses especialistas trocam conhecimentos desses diferentes tópicos trabalhados (FATARELI *et al.*, 2010).

➤ *2º grande bloco do instrumento de análise da UDM: inter-relação entre os vários elementos do planeamento didático-pedagógico com a abordagem metodológica*

A primeira avaliação desse bloco, critério B1, tem o propósito de investigar se os conteúdos a serem trabalhados ao longo da UDM guardam coerência com os princípios pedagógicos da abordagem metodológica escolhida. Seria muito difícil e poderia gerar implicações problemáticas práticas, por exemplo, trabalhar a teoria do Orbital Molecular (TOM)<sup>64</sup> utilizando a abordagem metodológica do Ensino por Investigação<sup>65</sup>. Já a temática de energia nuclear poderia ser tratada de forma adequada por meio da CTSA<sup>66</sup>, caso fosse esta a abordagem elegida pelo professor, pois possibilita trabalhar com o equilíbrio entre potencialidades da energia nuclear para a sociedade e as diversas consequências bélicas e ambientais dessa tecnologia.

No critério B2 se investiga se abordagem metodológica adotada pelo professor decorre de uma análise sobre os condicionantes decorrentes das principais concepções alternativas e/ou obstáculos epistemológicos identificados na revisão de literatura sobre o tema, bem como os aspectos a serem evitados e reforçados.

Analisar se os objetivos geral e específicos estão alinhados aos propósitos educativos definidos na abordagem metodológica é a intenção do critério de avaliação B3. Os objetivos devem estar alinhados aos fundamentos da abordagem metodológica. Assim, se a escolha é trabalhar com CTSA, os objetivos devem apresentar explicitamente a necessidade de se estabelecer criticamente interfaces entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Muito importante que as atividades propostas e as estratégias didáticas estejam interligadas com a abordagem metodológica, critérios B4 e B5. Não é possível trabalhar na perspectiva do EFM<sup>67</sup> e não prever momentos em que os alunos devem desenvolver um modelo ou que se abra mão de trabalhos em grupo.

---

<sup>64</sup> Em linhas gerais a TOM se fundamenta na combinação linear das funções de onda de orbitais atômicos para formar orbitais moleculares. Em orbitais moleculares os elétrons não pertencem mais aos átomos, mas sim a molécula (RAYNER-CANHAM; OVERTON, 2015).

<sup>65</sup> Segundo Sedano e Carvalho (2017, p. 202 - 203) o Ensino por Investigação busca trabalhar os conteúdos científicos considerando “a importância da problematização; das atividades experimentais/exploratórias; da discussão do processo investigativo com os pares; do registro tanto do processo quanto dos resultados; da relação da pesquisa com a realidade cotidiana e da socialização dos resultados”.

<sup>66</sup> Nas palavras de Fernandes, Pires e Delgado-Iglesias (2018, p. 876), a finalidade da CTSA “[...] é dar da Ciência uma visão integrada, relacionando-a com a Tecnologia e evidenciando os impactos que estas têm na Sociedade e no Ambiente, bem como a influência que a Sociedade/Ambiente tem e no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia”.

<sup>67</sup> O EFM é apresentado com mais detalhes na próxima subseção.



Por fim, o critério de avaliação B6 relaciona a abordagem metodológica com as estratégias de avaliação. Se os objetivos em uma abordagem CTSA é trabalhar de forma crítica a relação ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, as atividades de avaliação devem propiciar que o professor acompanhar se esse tipo de reflexão está sendo desenvolvido.

Como já discutido em vários momentos deste texto, a abordagem metodológica é ponto fulcral do modelo de planejamento de uma UDM. Dessa forma, antes de se apresentar a análise do planejamento do professor, apresenta-se na próxima subseção um bloco de aprofundamento sobre a abordagem metodológica escolhida de forma autônoma pelo professor Hélio: o Ensino Fundamentado em Modelagem. Se a escolha do professor fosse trabalhar em outra abordagem metodológica, seria necessário um aprofundamento teórico na abordagem escolhida.

### **3.6.2 Modelos científicos e o Ensino Fundamentado em Modelagem**

Modelos científicos são ferramentas extensamente utilizadas na Ciência. Especificamente na área das Ciências da Natureza, o objetivo é auxiliar no entendimento e explicação de teorias abstratas que são utilizadas para estudar fenômenos do mundo natural. Pode-se dizer, portanto, que os modelos ajudam a transpor processos mentais para o mundo real, por meio da fala, da escrita ou da representação simbólica (SILVA JÚNIOR; DANTAS; FARIAS, 2017; MONTEIRO; JUSTI, 2000). Para Monteiro e Justi (2000, p. 67), os modelos científicos são os principais produtos da Ciência, pois é por meio deles que os cientistas “[...] formulam questões acerca do mundo; descrevem, interpretam e explicam fenômenos; elaboram e testam hipóteses; e fazem previsões”.

Um grande problema para o ensino e aprendizagem dessa temática é que a palavra modelo encerra em si uma série de significados de *senso comum* que podem interferir diretamente no processo, a se citar: um modelo de passarela (manequim), uma coisa perfeita que deve ser o padrão a ser seguido ou uma reprodução de um objeto em uma escala diferente da original. Essas acepções cotidianas do termo, quando não trabalhadas em sala de aula, podem gerar um entendimento equivocado do conceito de modelo científico ao serem relacionados à reprodução de algo real ou a um padrão ideal a ser seguido, que por ser perfeito, não pode ser modificado (JUSTI, 2010).

Para Gilbert, Boulter e Elmer (2000, p. 11, tradução livre<sup>68</sup>), um modelo científico é:

[...] uma representação de um fenômeno produzido para uma finalidade específica [...] A finalidade específica para a qual os modelos são originalmente produzidos em Ciências (ou para uma pesquisa científica, para ser mais preciso) é a simplificação do fenômeno para ser usado em investigações que visam a explicar.

Para os autores, um modelo pode ser uma interpretação de um sistema com entidades (concretas e/ou abstratas), uma ideia, um evento ou um processo. Portanto, um modelo pode representar coisas concretas, como a montagem de vidrarias para a execução de uma síntese química, ou coisas muito abstratas como a composição do átomo (JUSTI, 2010). Os modelos também podem ser uma mistura de entidades concretas e abstratas como a representação das forças que atuam sobre uma determinada massa (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000).

Para Ferreira e Justi (2008, p. 32), um modelo científico “[...] não é uma cópia da realidade, muito menos a verdade em si, mas uma forma de representá-la originada a partir de interpretações pessoais desta”. Nessa perspectiva, de representação de fenômenos naturais, os modelos surgem como fundamentais para os processos de pesquisa científica (FERREIRA; JUSTI, 2008).

Gilbert, Boulter e Elmer (2000) ressaltam que o tamanho de um modelo pode variar dependendo do que se pretende representar. Pode ser menor que o fenômeno, como a maquete de um trem; pode ser do mesmo tamanho, como uma réplica do corpo humano; ou pode ser muito maior, como uma representação de um vírus. Um modelo científico pode ser encarado como uma abstração de um fenômeno natural, como a representação de forças que agem sobre os corpos ou a representação do fluxo de energia. Pode-se usar modelos, ainda, para representar processos ou sistemas (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000).

Justi (2010) sumariza as principais características de um modelo científico em 4 pontos básicos: I) é uma construção humana imperfeita, que não é uma representação ou cópia da realidade; II) tem limitações; III) pode ser modificado; IV) pode ser utilizado para estudar coisas que não são visíveis a olho nu. Na Figura 54 é

---

<sup>68</sup> [...] a representation of a phenomenon initially produced for a specific purpose. [...] The specific purpose for which any model is originally produced in science (or in scientific research, to be precise) is as a simplification of the phenomenon to be used in enquiries to develop.

apresentado um esquema com todas as concepções de modelo científico discutidos até esse ponto do texto.

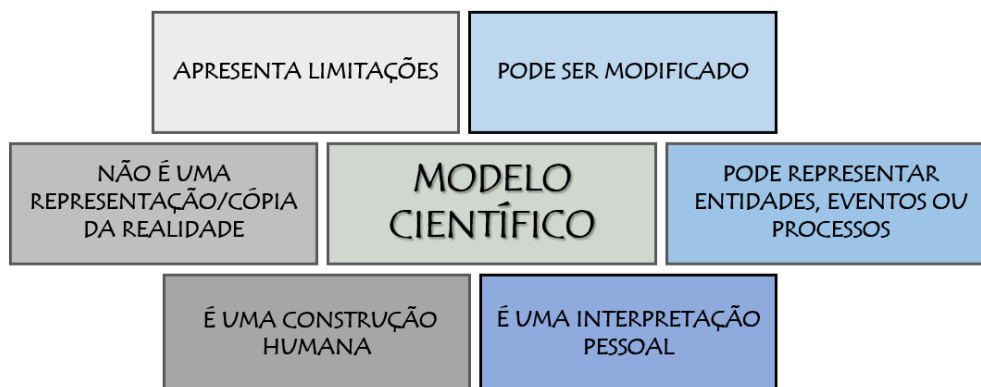


Figura 54. Concepções de modelo científico.

Fonte: elaboração própria.

A Química, em específico, utiliza modelos para relacionar fenômenos macroscópicos com as explicações submicroscópicas, para simplificar entidades muito complexas, para discutir/expressar hipóteses e para planejar/interpretar experimentos (JUSTI, 2010).

Ontologicamente, um modelo utilizado na Ciência e/ou no Ensino de Ciências pode ser classificado segundo as definições apresentadas no Quadro 28.

Quadro 28. Classificação e definição dos diferentes modelos utilizados nas Ciências e/ou no Ensino de Ciências.

| <b>Classificação</b>     | <b>Definição</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Modelo mental</i>     | É uma representação cognitiva privada e pessoal. Isto é, formada por um indivíduo por conta própria ou enquanto dentro de um grupo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <i>Modelo expresso</i>   | É colocado em domínio público por um indivíduo ou grupo, geralmente para outros interagirem, por meio do uso de um ou mais modos de representação. A relação entre qualquer um modelo mental e o modelo expresso aparentemente correspondente é complexo. Qualquer pessoa reflexiva que se propôs a expressar um modelo estará ciente de que o ato de expressão tem um efeito sobre uma modelo: expressá-lo muda.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Modelo consensual</i> | Diferentes grupos sociais, após discussão e experimentação, podem chegar a um acordo de que um modelo expresso tem valor, produzindo assim um modelo consensual. Em particular, os cientistas produzem uma grande variedade de modelos dos fenômenos que estão investigando. Um modelo expresso que ganhou aceitação por uma comunidade de cientistas após testes experimentais formais, conforme manifestado por sua publicação em uma revista arbitrada, torna-se um modelo científico. Em seguida, desempenha um papel central na condução de pesquisas científicas por um período de tempo que é regido por sua utilidade na produção de previsões que são empiricamente suportadas. |
| <i>Modelo históricos</i> | Os modelos de consenso produzidos em contextos históricos específicos e posteriormente substituídos, por muitos propósitos de pesquisa, são conhecidos como modelos históricos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>Modelo curricular</i> | A versão de um modelo histórico ou científico que está incluído em um currículo formal, muitas vezes, após alguma simplificação adicional.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <i>Modelo de ensino</i>  | Como a compreensão de modelos consensuais, históricos e curriculares (bem como os fenômenos que eles representam), muitas vezes é difícil, modelos são desenvolvidos para auxiliar nesse processo. Modelos de ensino podem ser desenvolvido por um professor ou por um aluno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <i>Modelo híbrido</i>    | É formado pela fusão de algumas características de cada um dos vários modelos científicos, históricos ou curriculares distintos em um campo de investigação. É usado para fins de currículo e ensino em sala de aula como se fosse um todo coerente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <i>Modelo pedagógico</i> | É usado pelos professores durante o planejamento, gestão prática e reflexão sobre a atividade em sala de aula e se preocupa com a natureza das Ciências, a natureza do Ensino das Ciências e a natureza da aprendizagem das Ciências.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Fonte: traduzido e adaptado de Gilbert, Boulter e Elmer (2000, p. 12).

Em relação aos pontos apresentados no Quadro 28, pode-se fazer alguns destaques. O primeiro é que um modelo mental pode ser expresso de modo: 1) verbal:

utilização de analogias, metáforas ou na forma escrita; II) concreto: utilizando metal, plástico, madeira, entre outros; III) matemático: por meio de equações; IV) visual: formas pictográficas, diagramas ou gráficos; V) simbólico: inclui visual, verbal e matemático; VI) gestual: por meio de ações corporais (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000).

Em relação aos modelos consensuais, Silva Júnior, Dantas e Farias (2017, p. 53) argumentam que: “[...] é válido por tempo indeterminado, até que surja um novo modelo mental que seja expresso e transforme-se em um modelo consensual, por explicar, interpretar ou/e promover uma maior compreensão do objeto de estudo em questão”.

Como destacam Sá, Morales e Bego (2021), ao se comparar os sentidos de modelo de *senso comum* com os de modelo científico, é possível constatar que ambas apresentam uma série de afastamentos que podem influenciar diretamente o processo de ensino e aprendizagem. Concepções inadequadas sobre modelos podem prejudicar a aprendizagem essencialmente em áreas como a Química, cujo conhecimento é construído fundamentalmente por meio da modelagem (MELO; LIMA; NETO, 2013).

A Química faz uso de modelos (entendidos como representações parciais da realidade, passíveis de reformulação), para trabalhar com conteúdos, que por essência, são abstratos, em uma tentativa de facilitar o estudo de fenômenos complexos. Além disso, a utilização de modelos facilita a comunicação e criação de bases conceituais para interpretação de experimentos (JUSTI, 2010).

Uma opção apontada pela literatura para se trabalhar satisfatoriamente com modelos é o Ensino Fundamentado em Modelagem (EFM). Dentre as vantagens da utilização do EFM, pode-se citar: I) engajamento do aluno no processo de ensino e aprendizagem; II) compreensão do processo de modelar e o papel deste na construção do conhecimento científico; III) estimula o desenvolvimento de habilidades investigativas; IV) estimula a capacidade de perceber limitações em modelos vigentes; V) desenvolve a habilidade de visualização e resolução de problemas por meio da modelagem; VI) permite reconhecer as limitações próprias do conhecimento científico e combater visões de senso comum de ciência como verdade absoluta (JUSTI, 2010; MAIA; JUSTI, 2009a; MAIA; JUSTI, 2009b).

Não existe uma sequência de passos e regras para se construir modelos científicos, por se tratar de um processo dinâmico e criativo. Nas palavras de Justi

(2010, p. 13), a modelagem científica não é um processo “[...] simples ou unidirecional. Ao modelar algo o indivíduo interpreta conceitua e integra elementos que permitem o estudo de uma determinada entidade (objeto, processo, ideia) e teste de representações para tais elementos”.

Apesar de não ter uma sequência de etapas pré-definidas para desenvolver modelos científicos, Justi e Gilbert (2002) propõem uma sequência de passos para se trabalhar com a modelagem (Figura 55). Para se produzir um modelo deve-se ter um objetivo inicial, este pode ter a pretensão de descrever um fenômeno, de estabelecer causa e efeito para um fenômeno, de prever comportamento de um fenômeno em outras circunstâncias, entre outros. São realizadas experiências/observações e são estabelecidas relações analógicas entre o fenômeno e o evento/processo/objeto real. Todos esses elementos servem como base para a produção de um modelo mental. O modelo mental deve se tornar em um modelo expresso por meio de um dos modos de representação (JUSTI; GILBERT, 2002; GILBERT; BOULTER; RUTHERFORD, 1998).

O próximo passo é conduzir experimentos mentais e/ou empíricos para testar a proposta. Caso o modelo falhe nesse processo, deve ser modificado ou descartado e desenvolvido outro modelo expresso. Esse processo é realizado até que o modelo consiga suportar todos os experimentos mentais e/ou empíricos planejados. Com o objetivo inicial atingido, o pesquisador deve convencer seus pares da validade de seu modelo, o que propicia o levantamento de uma série de abrangências e limitações. Nesse momento, o modelo pode ser aceito, modificado ou rejeitado, tendo até que se repensar suas predefinições de partida, em alguns casos (JUSTI; GILBERT, 2002; GILBERT; BOULTER; RUTHERFORD, 1998).

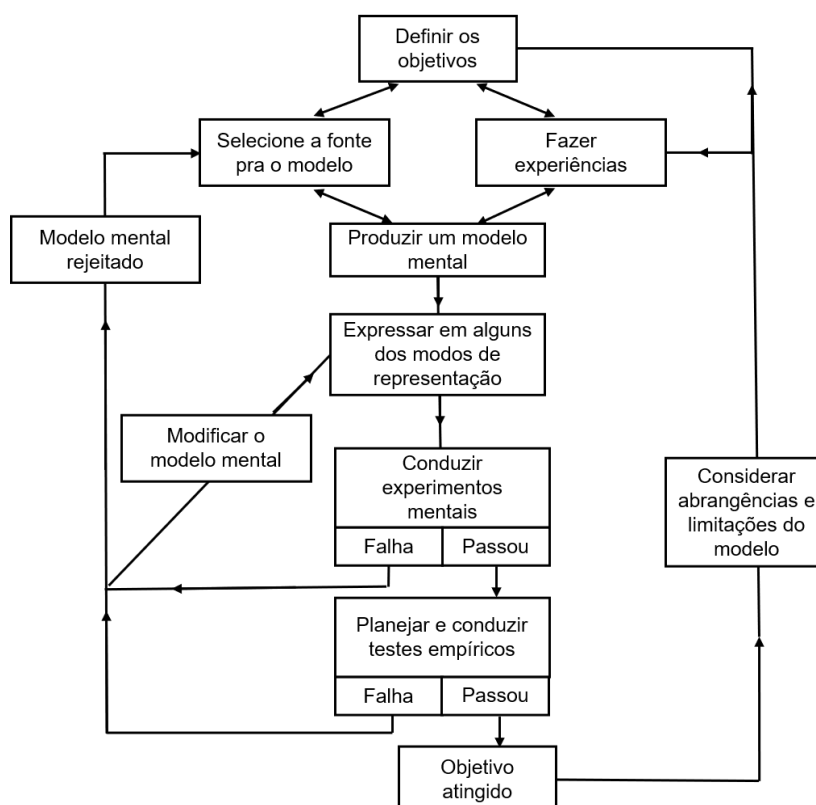


Figura 55. Sequência de passos sugeridas para se produzir um modelo científico.

Fonte: traduzido de Justi e Gilbert (2002, p. 371).

Baseada neste modelo, Justi (2010) propõe etapas que são necessárias para inserção da modelagem no ensino de ciências, conforme apresentado na Figura 56.

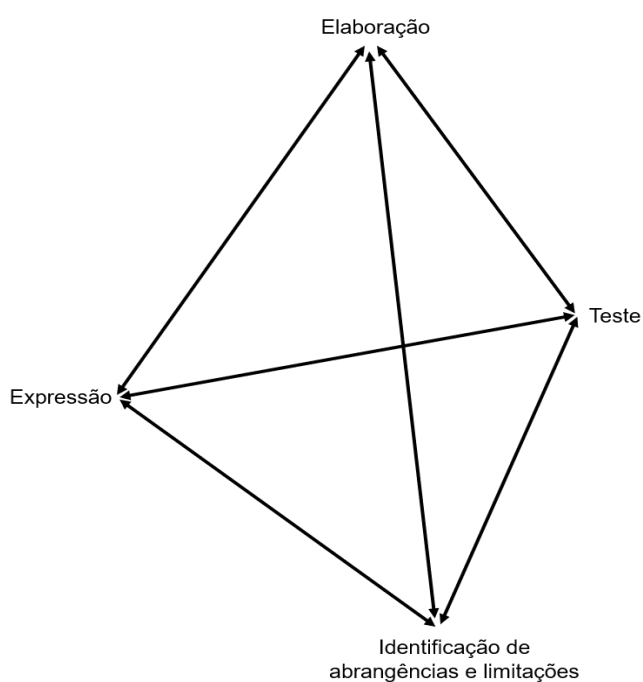


Figura 56. Principais etapas envolvidas no processo de modelagem.

Fonte: Justi (2010, p. 223).

- Etapa de elaboração: envolve a proposição de um modelo mental.

Segundo Justi (2010), a etapa de elaboração consiste em:

[...] definir objetivos do modelo ou entender os objetivos propostos para o modelo; obter informações sobre a entidade a ser modelada (na estrutura cognitiva prévia ou por meio de fontes externas (bibliografia, atividades empíricas, etc.); definir uma analogia ou modelo matemático para fundamentar o modelo e integrar essas informações na proposição de um modelo.

Em uma situação de sala de aula, a responsabilidade por definir o que será modelado e quais os objetivos desse modelo é do professor. O professor tem que avaliar se os modelos anteriores aprendidos pelos alunos dão suporte para a nova modelagem e propor questões que mobilizem o pensamento crítico sobre a modelagem (FERREIRA; JUSTI, 2005; JUSTI, 2006).

O processo de levantamento de informações empíricas é essencialmente importante para conteúdos abstratos, como os trabalhados na Química. Essas atividades não devem ser ilustrativas, mas sim de natureza investigativa, com o propósito de auxiliar na elaboração, avaliação e revisão dos modelos (JUSTI, 2006).

É importante que essa etapa envolva um processo, espontâneo ou induzido pelo professor, de estabelecimento de relações analógicas. É essencial que o professor deixe claro o domínio analógico e as limitações da analogia (JUSTI, 2006).

- Etapa de expressão: o modelo mental elaborado na etapa anterior deve se tornar um modelo expresso por meio de um dos modos de representação (JUSTI, 2010). O professor pode deixar a forma da representação a cargo dos alunos, estabelecer uma forma única ou apresentar um leque de opções e deixar os alunos escolherem. Se o docente optar por determinar uma forma de representação, as suas justificativas devem ser apresentadas para que os alunos não criem uma concepção de que existe uma única forma de representação (JUSTI, 2006).

As etapas de elaboração e expressão ocorrem em 3 níveis. No 1º nível os alunos elaboram de forma individual seus modelos mentais, que são expressos para os demais integrantes de seu grupo. O grupo, então, discute suas ideias e é desenvolvido um modelo consensual, 2º nível. Nesse momento, o professor pode interagir com os grupos e mediar as discussões.

No 3º nível, cada grupo de alunos deve apresentar seu modelo para os demais alunos da sala. Os grupos devem defender seus modelos perante a classe e refletir



sobre a necessidade de mudanças. O professor pode interagir, incentivando a discussão sobre os modelos apresentados, estimulando a negociação de ideias dos alunos, propondo testes dos modelos ou questões geradoras (JUSTI, 2006; MENDONÇA; JUSTI, 2005).

- Etapa de teste: o modelo expresso deve passar por uma fase de testes empíricos e/ou mentais, dependendo do que se modelou e da disponibilidade de equipamentos para testes. O professor deve apresentar dados, situações ou experimentos (empíricos ou mentais) que coloquem a proposição inicial dos modelos em dúvida (JUSTI, 2010; JUSTI, 2006).

A etapa de testes pode ocorrer em 2 fases, com o professor agindo como um mediador. A 1ª fase deve ocorrer dentro dos grupos iniciais. Os alunos devem testar e reformular seu modelo.

Na 2ª fase, esses modelos novos devem ser socializados com o resto da sala. O momento de socialização pode gerar mais de um modelo eficiente para explicar o fenômeno de interesse, ou toda a classe gerar um modelo de consenso (JUSTI, 2010; JUSTI, 2006).

Pode ser que os modelos propostos não apresentem os elementos importantes do modelo curricular que se pretende trabalhar. Nesse caso, o professor deve apresentar o modelo curricular como uma alternativa e compará-lo com os modelos produzidos (JUSTI, 2006).

- Etapa de identificação das abrangências e limitações: os modelos consensuais são avaliados de acordo com os objetivos apresentados *a priori* e são feitas tentativas de utilizá-los em outros contextos. Os alunos devem avaliar o alcance, a validade e as limitações dos modelos consensuais. Nesse momento, é muito importante que se trabalhe a ideia de que os modelos estão sujeitos a modificações (JUSTI, 2010; JUSTI, 2006).

As etapas do EFM com as ações envolvidas estão sumarizadas no esquema da Figura 57.

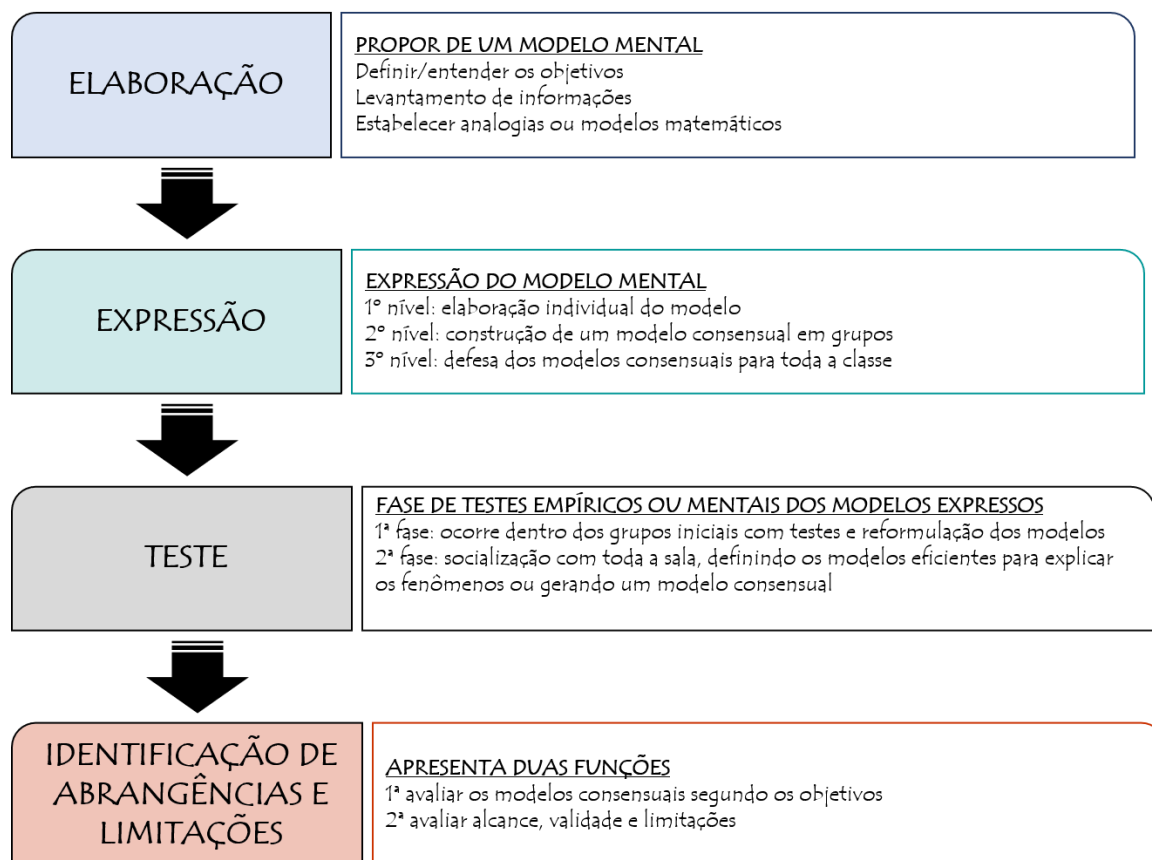


Figura 57. Etapas do EFM.

Fonte: elaboração própria.

Lima e Núñez (2004) sugerem seis critérios para a avaliação dos modelos: I) não podem estar em contradição com os princípios básicos da Ciência; II) devem ser flexíveis o suficiente para permitir modificações, complementações e/ou generalizações; III) tem que ser de fácil visualização e compreensão; IV) devem ser materializados; V) tem que ser capaz de explicar muitos fenômenos; VI) devem ser simples, no sentido de não abarcar elementos que não sejam essenciais para a explicação dos fenômenos.

Segundo Justi (2010), trabalhar dentro das premissas do EFM exige permitir que os alunos vivenciem essas etapas. No entanto, a autora adverte que:

[...] isso não significa que os estudantes tenham de ser apresentados às etapas para que as utilizem como um algoritmo. Ao contrário, o que se espera é que à medida que os aprendizes sejam envolvidos em atividades planejadas nessa perspectiva, eles desenvolvem também uma forma de pensar que contemple pelo menos os principais elementos desse modelo e que possa ser adotado em outras situações, relacionadas ou não com Ciências. Além, é claro, de aprenderem sobre tema do modelo, isto é, de aprenderem o conteúdo que o professor pretende ensinar (JUSTI, 2010, p. 224).

Na Figura 58 é apresentado um esquema que caracteriza os modelos científicos, a modelagem e o EFM. O esquema é apresentado na forma de um mapa conceitual, que apresenta os termos modelo, EFM e modelagem em destaque. Esses termos são inter-relacionados de modo a apresentar as principais premissas do EFM. Essas premissas são sumarizadas, também, no Quadro 29.

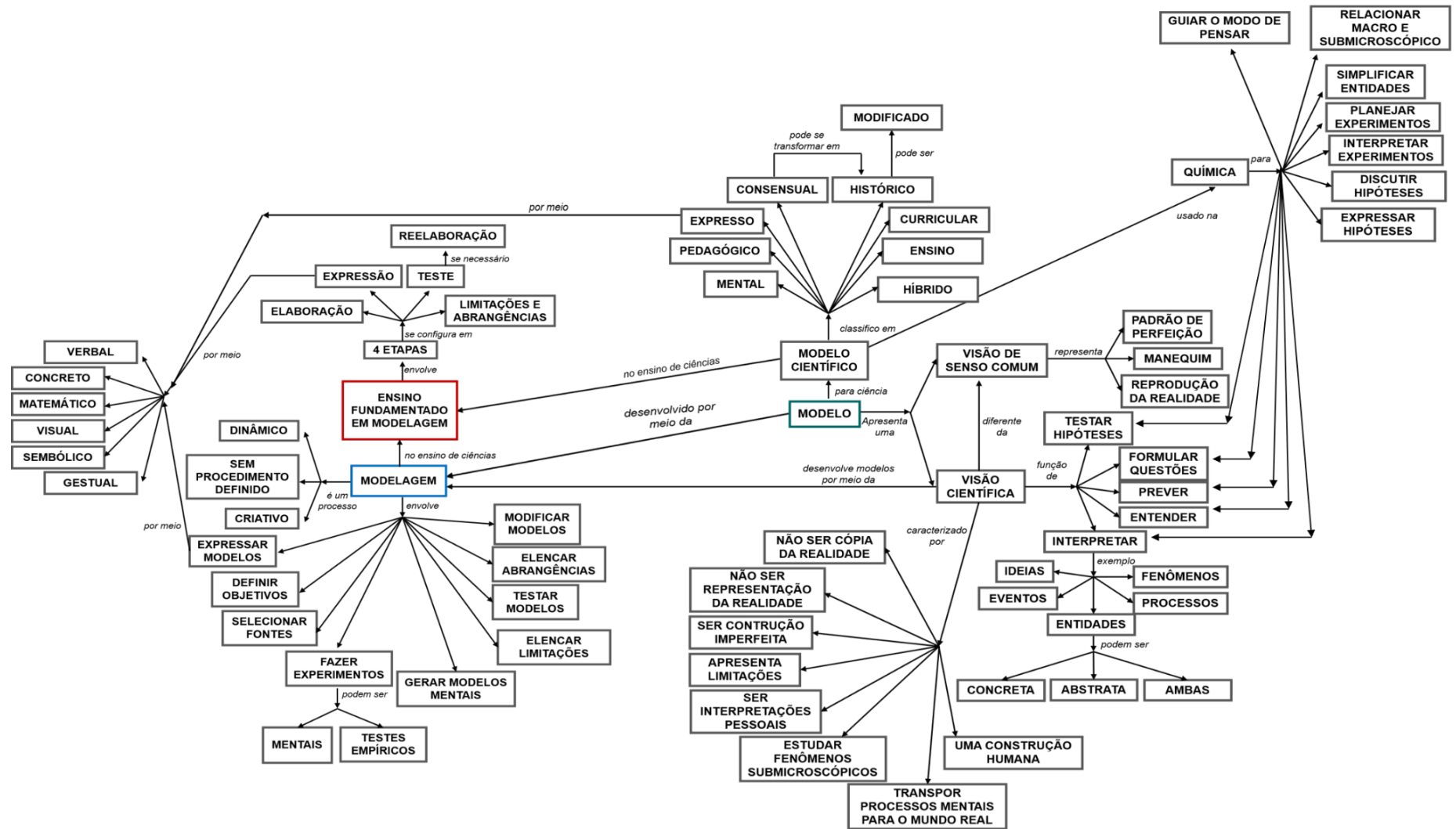


Figura 58. Princípios do EFM.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 29. Caracterização dos modelos científicos e do EFM.

| <b>ASPECTO</b>                              | <b>DESCRIÇÃO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Premissa principal</i>                   | Os modelos científicos são considerados o principal produto da ciência. São utilizados para: desenvolver e/ou testar hipóteses e previsões; descrever, interpretar e/ou explicar fenômenos no mundo natural (SILVA JÚNIOR; DANTAS; FARIAS, 2017; MONTEIRO; JUSTI, 2000). Pode representar ideias, eventos ou processos (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000).                                                                                                                                                                                    |
| <i>Características do modelo científico</i> | I) não é uma cópia, representação ou ampliação fiel da realidade; II) é um produto imperfeito construído pela mente humana; III) apresenta limitações; IV) não são definitivos, ou seja, podem ser modificados e/ou substituídos sempre que necessário; V) pode ser utilizado para representar coisa concretas e/ou abstratas (JUSTI, 2010; GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000)                                                                                                                                                                 |
| <i>Classificação ontológica</i>             | I) modelo mental; II) modelo expresso; III) modelo consensual; IV) modelo histórico; V) modelo curricular; VI) modelo de ensino; VII) modelo híbrido; VIII) modelo pedagógico (GILBERT; BOULTER; ELMER, 2000).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Processo de modelagem científica</i>     | Não existe uma sequência de passos e regras bem definidas para modelar, por ser um processo criativo e dinâmico (JUSTI, 2010).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Vantagens da utilização do EFM</i>       | I) promove engajamento e motivação do aluno; II) auxilia no entendimento do processo de modelagem e da importância dos modelos para o conhecimento científico; III) possibilita o desenvolvimento de habilidades investigativas; IV) desenvolve a capacidade de reconhecer limitações em modelos científicos; V) possibilita a capacidade de visualizar e resolver problemas modelando; VI) disponibiliza ferramentas que permite combate a visão de <i>senso comum</i> de ciência como verdade absoluta (JUSTI, 2010; MAIA; JUSTI, 2009). |
| <i>Abordagem metodológica para o EFM</i>    | Se desenvolve por meio de 4 etapas: I) elaboração; II) expressão; III) teste; IV) identificação das abrangências e limitações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <i>Etapas de elaboração no EFM</i>          | Envolve a definição de objetivos; obtenção de informações; proposição de analogias e/ou modelos matemáticos; e desenvolvimento de um modelo metal (JUSTI, 2010).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>Etapas de expressão no EFM</i>           | O modelo metal deve ser expresso de forma verbal, concreta, matemática, visual, simbólico ou gestual. Deve ocorrer em três níveis: I) desenvolvimento de um modelo mental de forma individual, que deve ser apresentado para o grupo; II) dentro do grupo deve ocorrer a negociação de um único modelo consensual; III) os grupos de alunos devem apresentar seus modelos para o resto da sala e discutir a necessidade de mudanças (JUSTI, 2006; MENDONÇA; JUSTI, 2005).                                                                  |

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Etapa de teste no EFM</i>                                       | O modelo expresso passa por teste empíricos e/ou mentais que devem servir para confirmar ou questionar o modelo proposto. Os testes e reformulação dos modelos podem ocorrer inicialmente dentro dos grupos e depois compartilhados com o resto da sala. Nesse momento o professor deve discutir os modelos dos alunos frente ao modelo curricular (JUSTI, 2010; JUSTI, 2006). |
| <i>Etapa de identificação das abrangências e limitações no EFM</i> | Os alunos devem avaliar o alcance, a validade e as limitações dos modelos consensuais (JUSTI, 2010; JUSTI, 2006).                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <i>Critérios para a avaliação dos modelos científicos</i>          | I) não podem contradizer os princípios básicos da Ciência; II) deve possibilitar modificações, complementações e/ou generalizações; III) tem que ser de fácil visualização e compreensão; IV) devem ser expressos; V) deve ser generalizável para vários fenômenos; VI) deve apresentar apenas elementos essenciais (LIMA; NÚÑEZ, 2004).                                       |

Fonte: elaboração própria.

As discussões desenvolvidas nessa subseção e na subseção 3.6.1 foram utilizadas para analisar as várias versões da UDM, as reuniões de orientação e a entrevista. Na próxima subseção é apresentado o referencial utilizado para analisar as transcrições dos vídeos da intervenção didático-pedagógica.

### **3.6.3 Proposta de análise dos vídeos da intervenção didático-pedagógica.**

Os vídeos, transcritos por meio do instrumento do Apêndice E, foram analisados utilizando como referencial teórico as tendências-obstáculos propostas por Porlán, Rivero e Martín del Pozo(1997). No Quadro 30, apresenta-se as tendências, uma descrição segundo os autores espanhóis e sugestões de evidências empíricas de sua materialização na prática pedagógica do professor.

Quadro 30. Instrumento de análise para os vídeos da intervenção didático-pedagógica.

| <b>Tendências-Obstáculo</b>                                                                            | <b>Descrição (PORLÁN; RIVERO; MARTÍN DEL POZO, 1997, p. 160).</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Evidências de Concretização</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) <i>Tendência à fragmentação e dissociação entre teoria e prática e entre o explícito e o tácito</i> | “Atua de acordo com rotinas infundadas e pouco pensadas, princípios e crenças são desenvolvidos de acordo com a evidência empírica aparente fornecida pela experiência, a teoria é desprezada por rejeitar o academicismo racionalista e modelos explicativos de comportamento profissional são ignorados” (tradução livre <sup>69</sup> ).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ✓ Momentos da aula em que o professor toma decisões em flagrante dissonância com os propósitos explicitados no planejamento.                                                                                                                                                                                             |
| 2) <i>Tendência à simplificação e ao reducionismo</i>                                                  | “A fragmentação do saber profissional (desejado) favorece uma visão epidérmica dos processos de ensino-aprendizagem que impede o reconhecimento de suas variáveis mais ocultas (concepções e obstáculos dos alunos, estrutura de poder da sala de aula, comportamento adaptativo dos alunos, etc.), e que tem como consequência uma análise simplificadora em relação aos problemas, tomada de decisão e intervenção profissional” (tradução livre <sup>70</sup> ).                                                                                                                                                                                                               | ✓ Momentos da aula em que o professor cumpre burocraticamente o planejamento ou tende a adotar uma postura tipicamente tradicional; ignorando as singularidades das situações de sala de aula e de seus alunos, oriundas da relação complexa de ensino e aprendizagem que se desenvolve no contexto real da intervenção. |
| 3) <i>Tendência à conservação-adaptativa e rejeição à evolução construtiva</i>                         | “A visão simplificadora dos processos de ensino-aprendizagem provoca, e é provocada, pela atitude de preservar aqueles princípios e rotinas de ação que melhor cobrem as (aparências) que condizem com a referida simplificação e que estão presentes principalmente em contextos escolares (manter notas porque medem a aprendizagem relativa dos alunos, mantêm exames porque os alunos não estudam, mantêm o conteúdo disciplinar porque dão coerência ao ensino, mantêm filas e carteiras individuais porque assim atendem os alunos, etc.). Como é lógico, esta atitude de conservação adaptativa tende a ser relativamente incompatível com os processos de questionamento, | ✓ Ações e rotinas de ensino que são desenvolvidas em sala de aula que não guardam coerência pedagógica com a abordagem metodológica escolhida durante a fase do planejamento.                                                                                                                                            |

<sup>69</sup> Se actúa de acuerdo con rutinas no fundamentadas y poco reflexionadas, se desarrollan principios y creencias de acuerdo con las aparentes evidencias empíricas que aporta la experiencia, se desprecia la teoría por rechazo al academicismo racionalista y se ignoran los modelos explicativos de la conducta profesional.

<sup>70</sup> La fragmentación del conocimiento profesional (de hecho) favorece una visión epidérmica de los procesos de enseñanza-aprendizaje que impide reconocer las variables más ocultas del mismo (concepciones y obstáculos de los alumnos, estructura de poder del aula, conducta adaptativa de los alumnos, etc.), y que tiene como consecuencia un análisis simplificador en relación con los problemas, la toma de decisiones y la intervención profesional.

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | consciência e construção de saberes e ações progressivamente mais complexos que respondem à natureza problemática, incerta e também complexa dos processos educativos” (tradução livre <sup>71</sup> ).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4) <i>Tendência à uniformidade e rejeição à diversidade</i> | “Do exposto, a fragmentação do conhecimento, a visão simplificadora e a imobilidade, tem como consequência que as crenças e rotinas relacionadas à ação tendem à uniformidade individual e coletiva, o que provoca a hegemonia de certas concepções profissionais e de certos modelos didáticos em relação a outros, que, por sua vez, realimenta as tendências anteriores. A diversidade e o contraste de abordagens profissionais baseadas em pesquisas críticas e rigorosas suscita, justamente, o surgimento de um novo saber profissional que necessita de teorias-práticas que expliquem e apoiem planos de ação, visões menos reducionistas e estereotipadas dos processos de ensino-aprendizagem e atitude de abertura para a experimentação fundamentada dessas teorias e para a mudança progressiva e gradual. Portanto, não é difícil compreender a resistência que muitos profissionais têm em aceitar com normalidade a diversidade de modelos, concepções e práticas dentro de um mesmo quadro profissional” (tradução livre <sup>72</sup> ). | ✓ Momentos da aula em que o professor toma decisões, modifica atividades e/ou segue rotinas baseadas em sua prática habitual, mas que destoam fortemente do planejado e/ou de algum princípio fundamental da abordagem metodológica declarada. |

Fonte: elaboração própria.

<sup>71</sup> La visión simplificadora de los procesos de enseñanza-aprendizaje provoca, y es provocada por, la actitud de conservar aquellos principios y rutinas de acción que mejor cubren las (apariencias) que son coherentes con dicha suplicación y que están presentes mayoritariamente en los contextos escolares (mantener las calificaciones porque miden el aprendizaje real de los alumnos, mantener los exámenes porque se no los alumnos no estudian, mantener los contenidos disciplinares porque dan coherencia a la enseñanza, mantener la disposición en filas y bancas indudables porque así atienden los alumnos, etc.). Como es lógico, esta actitud de conservación adaptativa suele ser relativamente incompatible con los procesos de cuestionamiento, toma de conciencia y construcción de un conocimiento y una acción progresivamente más complejos que respondan a la naturaleza problemática, incierta y también compleja de los procesos educativos.

<sup>72</sup> Todo lo anterior, la fragmentación de los saberes, la visión simplificadora y el inmovilismo, tiene como consecuencia que las creencias y rutinas relacionadas con la acción tienden a la uniformidad individual y colectiva, lo que provoca la hegemonía de ciertas concepciones profesionales y de ciertos modelos didáticos frente a otros, lo que, a su vez, retroalimenta las tendencias anteriores. La diversidad y el contraste de enfoques profesionales basados en la investigación crítica y rigurosa plantea, justamente, la emergencia de un nuevo conocimiento profesional que necesita teorías-prácticas que expliquen y den soporte a los planes de acción, visiones menos reducionistas y estereotipadas de los procesos de enseñanza-aprendizaje y una actitud de apertura hacia la experimentación fundamentada de dichas teorías y hacia el cambio progresivo y gradual. No es difícil entender, por tanto, las resistencias que muchos profesionales tienen a aceptar con normalidad la diversidad de modelos, de concepciones y de prácticas dentro de un mismo marco profesional.



A proposta de análise dos vídeos é encontrar momentos em que se concretizam tendências-obstáculos, que interponham o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável, ou momentos em que há indícios das primeiras ações no sentido de superá-las. Para isso, como modo de expressão da tendência obstáculo *“tendência à fragmentação e dissociação entre teoria e prática e entre o explícito e o tácito”*, sugere-se momentos da intervenção didática-pedagógica nos quais o executado difere do que foi planejado fundamentado na abordagem metodológica.

Em relação a detecção da tendência obstáculo *“tendência à simplificação e ao reducionismo”*, optou-se por selecionar ações que ocorreram durante as aulas, nas quais o professor desenvolveu seu planejamento de forma burocrática e estanque, sem considerar as situações singulares que ocorrem em sala de aula. Devido às imprevisibilidades de um ambiente social como a sala de aula, não se pode ter um planejamento que abarque todas as situações possíveis. Para superar essa tendência-obstáculo, o professor deve reconhecer isso e agir sobre essas situações, ajustando ou modificando seu planejamento, porém à luz das premissas pedagógicas propostas pela abordagem metodológica escolhida.

Para identificar a tendência-obstáculo *“tendência à conservação-adaptativa e rejeição à evolução construtiva”*, procurou-se por ações do professor que se mostrassem, flagrantemente, em discordância com a teoria. A diferença dessa proposta de evidência de concretização para a apresentada na primeira tendência-obstáculo está em olhar o desenvolvimento das dinâmicas propostas. No planejamento da UDM, o professor pode propor, por exemplo, um trabalho em grupo, no entanto, detalhes de como essas atividades vão se desenrolar não necessitam ser inteiramente descritos na UDM. Assim, apesar da atividade em grupo poder estar em consonância com a abordagem metodológica, a forma como ela será conduzida na prática, pode não estar.

Por fim, como sugerem os autores espanhóis, a *“tendência à uniformidade e rejeição à diversidade”* é decorrência das demais tendências-obstáculo. Assim, ela se concretiza na prática profissional por meio de momentos da aula em que o professor toma decisões, modifica atividades e/ou segue rotinas baseadas em sua prática habitual, mas que destoam fortemente do planejado e/ou de algum princípio fundamental da abordagem metodológica declarada.

Nas subseções 3.6.1 e 3.6.3 foram apresentados, respectivamente, os instrumentos desenvolvidos para análise dos dados de pesquisa. Nas próximas subseções, são apresentadas as análises dos dados a partir desses instrumentos.

## **4 Resultados e discussão:**

### **4.1 Caracterização do colaborador da pesquisa**

Esta pesquisa se propõe a analisar o percurso formativo de implementação de uma UDM por um professor de Química no âmbito da formação continuada no programa ProfQui. O colaborador da pesquisa, professor Hélio, foi escolhido por ter se proposto a trabalhar seu produto educacional (um dos requisitos para o título de mestre no ProfQui) nas premissas da UDM. Importante de se destacar que o processo formativo de implementação de uma UDM não é sugerido pelas regras do ProfQui e, portanto, foi uma preferência do professor Hélio e seu orientador. A escolha de Hélio também foi condicionada a disponibilidade para colaborar com esta pesquisa.

O colaborador entrou no mestrado profissional no ano de 2018, tendo finalizado sua formação em 2020. A UDM proposta pelo professor Hélio foi desenvolvida em sala de aula no ano de 2019. O Quadro 31 apresenta informações mais detalhadas sobre o professor Hélio, levantadas por meio do questionário de identificação apresentado no Apêndice A. O questionário foi aplicado no ano de 2019.

Quadro 31. Caracterização geral do colaborador da pesquisa.

| CARACTERIZAÇÃO PROFISSIONAL                              | COLABORADOR DA PESQUISA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Formação inicial</b>                                  | -Bacharel em Química (2000) na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar);<br>-Licenciatura Plena em Química (2002) na UFSCar;<br>-Pedagogia (2013) - Universidade Estadual Paulista (UNESP);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Experiência profissional</b>                          | 15 anos ( <i>até a data da intervenção</i> ).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Disciplinas ministradas</b>                           | Química, Física e diversas disciplinas do ensino fundamental.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Tempo de serviço na escola que foi aplicada a UDM</b> | 10 anos ( <i>até a data da intervenção</i> ).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Nível de ensino que leciona</b>                       | Ensino médio e fundamental.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Cursos de formação continuada que já participou</b>   | -Curso de Pós-graduação <i>lato sensu</i> (2002) -Faculdade de São Luís.<br>-Capacitação para uso de <i>softwares</i> educacionais dos PEB II das escolas com Salas Ambiente de informática – 30 horas (2001);<br>-A rede aprende com a rede- Ensino médio – 30 horas (2009);<br>-Construção de unidades temáticas nas perspectivas da contextualização, da interdisciplinaridade e da experimentação, visando a formação continuada de professores de Ensino Médio da Área de Ciências da Natureza – 64 horas (2009);<br>-Meio ambiente e mudanças climáticas: pensando um novo paradigma do planeta verde sustentável – 40 horas (2010). |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Como pode ser observado no Quadro 31, o professor tem uma vasta formação que inclui, além das graduações em Bacharelado e Licenciatura em Química, o curso de Pedagogia e uma pós-graduação *lato sensu*. Apresentava uma experiência profissional de 15 anos nos níveis médio e fundamental, até o momento da intervenção didático-pedagógica. Já havia lecionado as disciplinas de Química e Física no ensino médio e diversas disciplinas no ensino fundamental. Em relação à escola na qual a UDM foi trabalhada, pode-se dizer que o professor apresenta um bom conhecimento de contexto, por ter participado do corpo docente da escola por 10 anos.

Por fim, o professor Hélio apresenta uma extensa lista de cursos de formação continuada concluídos, totalizando 2 horas e 44 minutos. Nenhum desses cursos, porém, foram cursos de formação continuada de longa duração, como o ProfQui. Todos são de curta duração e, pelos títulos, têm a função de discutir alguma temática específica referentes à Didática das Ciências.

Como esta pesquisa se estrutura em um desenho tipo estudo de caso, é muito importante de se considerar, além da especificidade do próprio sujeito, que os resultados foram obtidos de um colaborador com grande experiência didática, inclusive na escola da intervenção e na disciplina de Química; apresenta uma formação inicial ampla e diversificada, que incluem licenciatura em Química e Pedagogia; e apresenta um histórico de cursos de formação continuada realizados. Ter em panorama essas informações são importantes, porque, talvez, um professor em início de carreira ou com uma formação que não incluía ser licenciado, por exemplo, não tenha a mesma interação com o processo formativo de implementação da UDM apresentado por esse colaborador em específico.

Tendo-se apresentado os contextos geral e específico e uma caracterização do colaborador da pesquisa, a próxima seção apresenta o itinerário de análise dos dados.

#### **4.2 Itinerário de apresentação da análise da implementação da UDM**

Apresenta-se a análise dos dados coletados em 3 blocos, que seguem as fases de implementação da UDM: planejamento didático-pedagógico, intervenção didático-pedagógica e replanejamento. As fontes de informação, os instrumentos de análise e as questões específicas de pesquisa investigadas em cada bloco estão esquematizados na Figura 59.

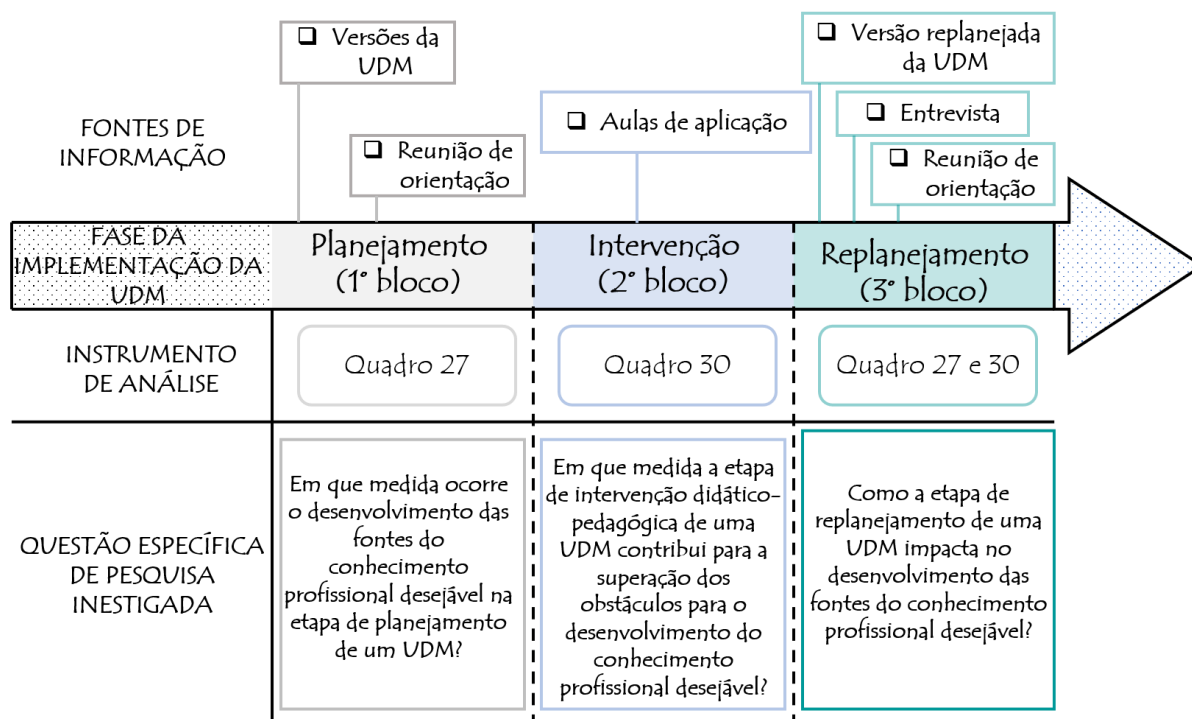


Figura 59. Movimento de análise dos dados coletados com as respectivas fontes de informação e questões de pesquisas específicas relacionadas.

Fonte: elaboração própria.

A caracterização detalhada dos dados de pesquisa analisados pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1. Dados de pesquisa.

| FONTE DE INFORMAÇÃO                      | QUANTIDADES                                                                              |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| UDM                                      | 3 versões (primeira, da intervenção, reelaborada)                                        |
| Reuniões de orientação                   | 3 reuniões (total de aproximadamente 6 horas)                                            |
| Aulas de intervenção didático-pedagógica | 23 aulas (total de aproximadamente 16 hora 02 minutos<br>→ Média de 42 minutos por aula) |
| Entrevista                               | 1 entrevista (2 horas 18 minutos)                                                        |

Fonte: elaboração própria.

No 1º bloco, o planejamento, utilizou-se como fonte informação 2 versões da UDM elaboradas pelo professor Hélio (primeira versão e UDM da intervenção) e áudios das reuniões de orientação com o processo de planejamento das UDM. A ideia é articular esses dados para responder à pergunta específica de pesquisa: “Em que

medida ocorre o desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável na etapa de planejamento de uma UDM?”

No 2º bloco, a intervenção didático-pedagógica, as fontes de informação utilizadas foram as gravações das aulas. Esses dados foram utilizados para responder a seguinte questão de pesquisa: “Em que medida a etapa de intervenção didático-pedagógica de uma UDM contribui para a superação dos obstáculos para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável?”

No 3º bloco, o replanejamento da UDM, as fontes de informação foram a versão replanejada da UDM, o áudio da reunião de orientação e a entrevista realizada como o professor Hélió. A análise busca responder: “Como a etapa de replanejamento de uma UDM impacta no desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável?”

#### **4.3 Análise dos dados da pesquisa**

Nas seções 3.6.1 e 3.6.2 apresentou-se, respectivamente, o instrumento de análise da UDM e uma caracterização detalhada da abordagem metodológica escolhida pelo professor Hélió, o EFM. Na próxima subseção apresenta-se a análise da UDM planejada inicialmente pelo professor e da UDM utilizada na intervenção didático-pedagógica.

##### **4.3.1 Planejamento didático-pedagógico da UDM – 1ºbloco**

Esse bloco de resultados refere-se à etapa de planejamento da UDM. Apresenta-se 2 versões da UDM, a primeira versão desenvolvida pelo professor e a versão que efetivamente foi utilizada em sala de aula (versão da intervenção). Entre uma versão e outra houve 2 reuniões de orientação entre o professor Hélió e seu orientador do mestrado, para discutir a versão inicial. Por questões de anonimização, o orientador será chamado de Willian (em alusão a William Ramsay, o primeiro cientista a isolar o elemento Hélio).

As reuniões foram gravadas e transcritas utilizando o instrumento do Apêndice E. A transcrição foi realizada em uma perspectiva de transcrição literal, sem fala coloquial, na qual ocorrências consideradas irrelevantes para a ideia principal, como expressões coloquiais, foram omitidas ou consertadas de modo que a leitura ficasse

mais fluida (GIBBS, 2009). A partir das discussões sobre a primeira versão, o professor reelaborou a UDM para a intervenção didático-pedagógica. Assim, apresenta-se 3 subseções: a subseção de análise da primeira versão da UDM, as principais reflexões desenvolvidas nas reuniões de orientação e a comparação entre a primeira e a versão da intervenção UDM.

#### **4.3.1.1 Análise da primeira versão da UDM.**

Uma síntese das principais características da versão inicial da UDM elaborada pelo professor Hélio está sumarizada no Quadro 32. A UDM completa é apresentada no Anexo B.



Quadro 32. Caracterização da primeira versão da UDM elaboradas pelo colaborador da pesquisa.

| UDM                                | PRIMEIRA VERSÃO DA UDM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Disciplina</b>                  | Química.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Ano/turma</b>                   | 4 turmas de 2º ano do ensino médio - Ano de 2019, 1º bimestre.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Contexto geral de aplicação</b> | Escola pública estadual do interior do estado de São Paulo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Estrutura geral da escola</b>   | 13 salas de aula (7 com recursos multimídia e 1 com lousa digital) ; 2 salas de leitura; 1 laboratório; 1 sala de professores; 1 diretoria; 1 secretaria; 1 sala de mediação; 1 sala de coordenação pedagógica; 1 sala de depósito de materiais pedagógicos; 1 sala de materiais de educação física; 1 sala de fotocópias; 1 sala de arquivo; 2 sanitários para alunos; 2 sanitários para docentes; 2 quadras de esportes, uma coberta e outra descoberta; 2 cozinhas, uma para professores e outra para preparar a refeição dos alunos; 1 pátio de recreação coberto; 1 cantina; 2 vestiários; 1 zeladoria; 1 laboratório de informática; 2 almoxarifados. |
| <b>Alunos</b>                      | Turmas de 24 a 30 alunos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Duração/ Número de SD</b>       | 9 aulas: SD1 - Oh Dalton! Foste longe demais! (2 aulas); SD2 - Thomson: Foste injustiçado pelos livros! (2 aulas); SD3 - Rutherford: Foste genial! (2 aulas); SD4 - Bohr: Não é o fim de tudo! (2 aulas); SD5 - Sedimentando as informações (1 aula).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Conteúdo programático</b>       | I) Comportamento dos materiais e modelos dos átomos; II) As limitações das ideias de Dalton para explicar o comportamento da matéria; III) Condutividade elétrica e radioatividade natural dos elementos químicos; IV) O modelo de Rutherford e a natureza elétrica dos materiais; V) O modelo de Bohr e a constituição da matéria.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Pré-requisitos para a UDM</b>   | I) Modelo atômico de Dalton; II) Símbolos dos elementos químicos; III) Linguagem simbólica da Química.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Objetivo geral da UDM</b>       | Aplicar técnicas de modelagem no estudo de modelos atômicos, implementando atividades de modelagem para melhor compreensão dos limites, abrangências e aplicações de cada um dos modelos atômicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Objetivos específicos</b>       | SD1 - Avaliar o modelo atômico de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos; SD2 - Analisar o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo; SD3 - Analisar o modelo atômico de Rutherford, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo; SD4 - Analisar o modelo atômico de Bor, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo; SD5 - Entender os diversos modelos como construções humanas explicando os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado.                                                                     |
| <b>Abordagem metodológica</b>      | EFM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Estratégias didáticas</b>       | I) aula expositiva e dialogada; II) EFM; III) práticas experimentais; IV) campeonato cultural (jogo de perguntas e respostas).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Recursos didáticos</b>          | I) projetor multimídia; II) 8 caixas misteriosas; III) lousa; IV) materiais e reagentes para a realização dos experimentos; V) materiais para a elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta); VI) apresentação dos modelos; VII) cartões com perguntas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Em síntese, o professor Hélió trabalhou os conteúdos relacionados aos modelos atômicos de John Dalton, Joseph John Thomson, Ernest Rutherford e Niels Bohr com objetivo de que os alunos, ao final da UDM, fossem capazes de “Aplicar técnicas de modelagem no estudo de modelos atômicos, implementando atividades de modelagem para melhor compreensão dos limites, abrangências e aplicações de cada um dos modelos atômico”. Assim, a abordagem metodológica selecionada foi o EFM.

A UDM foi desenvolvida para 4 turmas de 2º ano do ensino médio de uma escola pública do interior do estado de São Paulo. As turmas foram estimadas de 24 a 30 alunos. O planejamento foi pensado para um total de 9 aulas distribuídas em 5 SD (4 SD com 2 aulas e 1 SD com 1 aula). Para ser um planejamento multiestratégico, o professor declarou como estratégias didáticas de: aula expositiva e dialogada; ensino baseado em modelagem; práticas experimentais; campeonato cultural (jogo de perguntas e respostas entre os grupos de alunos).

A possibilidade de se acompanhar a implementação de um planejamento, fundamentado no EFM, em várias SD e em várias turmas de 2º ano, também contribuiu para a escolha desta pesquisa de investigar o professor Hélió.

Tendo-se resumido os principais aspectos da primeira versão da UDM produzida pelo professor Hélió, apresenta-se a análise fundamentada na articulação entre os elementos do planejamento e deles com a abordagem metodológica (Quadro 27), em 2 blocos. As análises utilizaram como base o instrumento apresentado na subseção 3.6.1.

➤ *Interrelação entre os vários elementos do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM*

Como pode ser observado no Quadro 32, o professor sugeriu como estratégias didáticas: I) aula expositiva e dialogada; II) EFM; III) práticas experimentais; IV) campeonato cultural (jogo de perguntas e respostas entre os grupos de aluno). Um ponto interessante de se destacar é que, segundo o referencial sobre os elementos do planejamento utilizado na UDM (ALVES; BEGO, 2020), o EFM não é considerado uma estratégia didática, mas sim uma abordagem metodológica. Além dessas estratégias explicitamente declaradas, o professor utiliza ainda trabalho em grupo (elaboração de um modelo consensual concreto) e exposição dialogada (socialização pelos alunos dos modelos propostos), que não requerem nenhuma

condição/material especial e, portanto, podem ser desenvolvidas no contexto de aplicação.

Em relação à estratégia didática de aula expositiva e dialogada, em alguns momentos, o professor sugere a utilização do recurso de um projetor multimídia. Esse tipo de aula é possível de ser realizada no contexto da intervenção, uma vez que a escola conta com 7 salas com projetor multimídia e 1 com lousa digital.

As práticas experimentais também são possíveis, pois a escola tem um laboratório didático de Ciências. O laboratório conta com bancada, algumas vidrarias suficientes para práticas experimentais expositivas e alguns reagentes.

Os espaços de recreação que a escola disponibiliza permitem a realização do campeonato cultural, caso a sala de aula não seja suficiente. Ademais, o professor propõe como recursos para essa aula projetor multimídia, lousa e cartão de perguntas. Importante destacar que, no referencial adotado na UDM (ALVES; BEGO, 2020), os cartões de respostas seriam considerados materiais de aprendizagens e não recursos didáticos, porque são produzidos pelo próprio professor com finalidade didática especificamente relacionada com determinado conteúdo curricular.

Em relação aos recursos didáticos propostos, com exceção das caixas misteriosa e dos materiais para confecção dos modelos, todos são disponibilizados pela própria escola. Os materiais que não são disponibilizados na escola são de fácil obtenção. As caixas misteriosas podem ser feitas com caixas de sapato e materiais do dia a dia como lápis, clip, borracha, entre outros. O mesmo pode-se dizer sobre os materiais para confecção dos modelos. Cabe ressaltar, no entanto, que seria mais adequado classificar as caixas misteriosas como materiais de aprendizagem.

Na descrição das atividades pode-se destacar a exposição de um vídeo. Como a escola conta com projetores multimídia, essa atividade seria possível de ser realizada.

Dessa forma, o critério de avaliação A1 foi considerado adequado. Todas as estratégias didáticas, recursos didáticos e materiais de aprendizagem sugeridos podem ser desenvolvidos com a infraestrutura da própria escola e com materiais de fácil obtenção.

Em relação ao critério de avaliação A2, é necessário analisar se os conteúdos relacionados à modelagem e aos modelos atômicos estão presentes nas orientações curriculares oficiais e se estão adequadas para a turma que foi proposta. O Currículo Paulista para o Ensino Médio (SEDUC-SP, 2020, p. 157) sugere a discussão da

evolução dos modelos atômicos na disciplina de química na unidade temática “vida, terra e cosmos”.

A matriz de avaliação das Ciências da Natureza da SEDUC- SP (2016) propõe tratar as limitações do modelo de Dalton e as ideias dos modelos atômicos de Thomson, Rutherford e Bohr no 2º semestre do 2º ano do ensino médio. Ainda segundo o documento, para o 2º bimestre é proposto os conteúdos de:

- O comportamento dos materiais e os modelos de átomo;
- As limitações das ideias de Dalton para explicar o comportamento dos materiais; o modelo de Rutherford-Bohr; ligações químicas iônicas, covalentes e metálicas; energia de ligação das transformações químicas (SEDUC-SP, 2016, p. 53).

Como subtópico dos conteúdos, se propõe “[...] o modelo de Rutherford e a natureza elétrica dos materiais; o modelo de Bohr e a constituição da matéria” (SEDUC- SP, 2016, p, 53).

A BNCC (2018, p. 548) propõem trabalhar com modelos explicativos e representativos na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, argumentando que:

A elaboração, a interpretação e a aplicação de modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos fundamentais do fazer científico, bem como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. Portanto, no Ensino Médio, o desenvolvimento do pensamento científico envolve aprendizagens específicas, com vistas a sua aplicação em contextos diversos.

A BNCC estipula, ainda, tratar os conteúdos de modelos atômicos e subatômicos. Pode-se dizer, portanto, que a escolha do conteúdo curricular, de modelagem e modelos atômicos, está de acordo com as orientações oficiais, tendo uma pequena variação da aplicação do 2º para o 1º semestre do mesmo ano do ensino médio. Portanto, o critério A2 foi considerado adequado.

O critério A3 foi avaliado em relação: I) a adequação da escolha dos verbos no infinitivo e no gerúndio, segundo a taxonomia de Bloom revisada; II) a apresentação de conteúdos, forma de alcançá-los e meios para avaliação. Os objetivos propostos pelo professor Hélio estão representados no Quadro 33, com os verbos no infinitivo e no gerúndio destacados.

Quadro 33. Objetivos geral e específicos da primeira versão da UDM.

| OBJETIVO                     | PROPOSTA                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Objetivo Geral</i>        | <b><u>Aplicar</u></b> técnicas de Modelagem no estudo de Modelos Atômicos, <b><u>implementando</u></b> atividades de modelagem para melhor compreensão dos limites, abrangências e aplicações de cada um dos modelos atômicos. |
| <i>Objetivo específico 1</i> | <b><u>Avaliar</u></b> o modelo atômico de Dalton, <b><u>criticando</u></b> suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos.                                                                                 |
| <i>Objetivo específico 2</i> | <b><u>Analisar</u></b> o modelo atômico de Thomson, <b><u>concluindo</u></b> sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                 |
| <i>Objetivo específico 3</i> | <b><u>Analisar</u></b> o modelo atômico de Rutherford, <b><u>concluindo</u></b> sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                              |
| <i>Objetivo específico 4</i> | <b><u>Analisar</u></b> o modelo atômico de Bohr, <b><u>concluindo</u></b> sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                    |
| <i>Objetivo específico 5</i> | <b><u>Entender</u></b> os diversos modelos como construções humanas <b><u>explicando</u></b> os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado.                                                                     |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Ao analisar a relação entre verbo no infinitivo e no gerúndio, pode-se inferir que respeitam a proposição da taxonomia de Bloom revisada, pois estão de acordo com as propostas apresentados no Quadro 18: aplicar/ implementando; avaliar/ criticando; analisar/ concluindo; entender/ explicando. Para a análise da estrutura de conteúdo, meio de alcançá-los e avaliação, desenvolveu-se o Quadro 34.

Quadro 34. Objetivos, conteúdos, forma de alcançá-los e avaliação.

| OBJETIVO                     | CONTEÚDOS                                          | MEIO E CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO                                                                                                   |
|------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Objetivo Geral</i>        | Técnicas de modelagem/ modelos atômicos.           | implementando atividades de modelagem para melhorar a compreensão dos limites, abrangências e aplicações dos modelos atômicos. |
| <i>Objetivo específico 1</i> | Modelo atômico de Dalton                           | criticando suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos                                                  |
| <i>Objetivo específico 2</i> | Modelo atômico de Thomson                          | concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                   |
| <i>Objetivo específico 3</i> | Modelo atômico de Rutherford                       | concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                   |
| <i>Objetivo específico 4</i> | Modelo atômico de Bohr                             | concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                   |
| <i>Objetivo específico 5</i> | Diversos modelos atômicos como construções humanas | Explicando os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado                                                        |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Como pode ser observada no Quadro 34, a estrutura desenvolvida pelo professor para os objetivos geral e específico segue as orientações da taxonomia de Bloom revisada. É possível identificar conteúdos, estratégias para trabalhá-los e instrumentos de avaliação.

Analisando as vertentes do critério A3, adequação da escolha dos verbos no infinitivo e no gerúndio e estrutura dos objetivos, pode-se dizer que a proposta do professor é adequada para esse critério.

O critério A4 também pode ser avaliado em 2 pontos díspares: *I)* a abrangência do objetivo geral em relação aos específicos; e *II)* a distribuição dos objetivos no quadro do processo cognitivo. A análise dos objetivos no quadro do processo cognitivo é apresentada no Quadro 35. Nesse quadro, os objetivos propostos pelo professor Hélio são posicionados nas dimensões conhecimento e processo cognitivo.

Quadro 35. Processo cognitivo dos objetivos propostos pelo professor Hélio, segundo a taxonomia de Bloom revisada.

| Dimensão<br>conhecimento | Dimensão processo cognitivo |                              |                       |                                |                              |       |
|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------------|-------|
|                          | Lembrar                     | Entender                     | Aplicar               | Analisar                       | Avaliar                      | Criar |
| Efetivo/ Factual         |                             |                              |                       |                                |                              |       |
| Conceitual/ Princípios   |                             | <i>Objetivo específico 5</i> | <i>Objetivo Geral</i> | Objetivos específicos 2, 3 e 4 | <i>Objetivo específico 1</i> |       |
| Procedimental            |                             |                              | <i>Objetivo Geral</i> |                                |                              |       |
| Metacognitivo            |                             |                              |                       |                                |                              |       |

Fonte: elaboração própria.

O quadro explicita que o objetivo geral apresenta a dimensão do processo cognitivo menos complexa (*aplicar*) do que o objetivo específico mais complexo e amplo (*avaliar*). Isso pode representar um problema para o processo de ensino e aprendizagem pois, em tese, os objetivos específicos seriam degraus a serem vencidos para se alcançar um objetivo mais complexo e amplo, que seria o objetivo geral. Na taxonomia de Bloom revisada, porém, não há a necessidade de que esses degraus sejam seguidos fixamente de forma hierárquica.

Para mais, o objetivo 1 apresenta as mesmas pretensões dos outros objetivos específicos, no entanto, é utilizada a dimensão do processo cognitivo avaliar, o que pode ser inadequado. Pode-se dizer que esse é um ponto problemático em relação à adequação da dimensão processo cognitivo.

Os objetivos 1, 2, 3, 4 e 5 foram caracterizados na dimensão conhecimento como sendo conhecimento conceitual/princípios. A classificação está vinculada ao fato de os objetivos buscarem a aplicação de conhecimentos básicos a um contexto mais elaborado. Não podem ser colocados na dimensão efetivo/factual, pois não foram pensados para ser uma simples reprodução de um conhecimento.

O objetivo geral foi classificado na dimensão do conhecimento procedimental, por estar condicionado à aquisição do conhecimento de como se aplicar técnicas de modelagem, em um contexto restrito. Importante para essa classificação é que não se busca uma extrapolação interdisciplinar do processo de modelagem. Foi posicionado

na dimensão conceitual/princípios por ter a intenção de trabalhar abrangências, limitações e aplicações dos modelos atômicos.

Diferentemente da dimensão do processo cognitivo, a dimensão conhecimento necessita de um crescimento hierárquico de complexidade, nesse ponto o objetivo geral se apresenta em uma dimensão mais complexa (procedimental) que os objetivos específicos (conceitual/princípios), o que está de acordo com a taxonomia de Bloom revisada (FERRAZ; BELHOT, 2010).

No entanto, os objetivos específicos estão na dimensão conceitual/ princípios, sem que se encontre objetivos anteriores na dimensão efetivo/factual, o que quebra a hierarquia da dimensão conhecimento, sugerida por Ferraz e Belhot (2010) com base nos princípios da taxonomia de Bloom revisada. Outro ponto interessante a se destacar da análise do Quadro 35 é que existem muitos espaços vazios, o que pode indicar a necessidade de se readequar os objetivos para abranger a maioria das categorias do quadro. Segundo Ferraz e Belhot (2010), para garantir um processo mais coeso e integrado de ensino e aprendizagem é desejável que não se deixe muitas colunas em branco.

Por fim, tendo se avaliado as dimensões conhecimento e processo cognitivo dos objetivos do professor Hélio, pode se inferir que são necessários vários ajustes para adequar a amplitude do objetivo geral com os específicos, deixar o objetivo 1 condizente com os demais e preencher corretamente o quadro da taxonomia de Bloom revisada. Assim, em relação ao critério A4, a UDM foi classificada como inadequada.

O critério de avaliação A5 busca investigar uma das premissas essenciais da UDM, a utilização de um número variado de estratégias didáticas. O professor declara como estratégias didáticas: I) aula expositiva e dialogada; II) EFM; III) práticas experimentais; IV) campeonato cultural.

Como já discutido anteriormente, não é adequado classificar o EFM como uma estratégia didática. O professor apresentou, portanto, múltiplas estratégias didáticas, sendo elas: aula expositiva e dialogada, práticas experimentais e jogos didáticos. Além dessas elencadas explicitamente como estratégias didáticas, é possível identificar no planejamento do professor o trabalho em grupo e a exposição dialogada. Portanto, o critério A5 foi considerado adequado.

O critério A6 foi considerado satisfatório, pois trabalho em grupo, exposição dialogada, aula expositiva e dialogada, práticas experimentais e jogos didáticos são



compatíveis com os objetivos de ensino e aprendizagem. Inclusive, a utilização de atividades em grupo é o ponto central da modelagem sugerida objetivo geral.

A estratégia didática de atividades em grupo e exposição dialogada também podem ser utilizadas nos objetivos específicos 2, 3 e 4 (Quadro 33), pois são parte das etapas da modelagem proposta pelo EFM. Nesses objetivos podem ser utilizadas, ainda, as estratégias de aulas expositivas e experimentação, pois podem servir para questionar as limitações e abrangências dos modelos atômicos. Além de que, as aulas expositiva e dialogada podem servir para introduzir a problemática e as atividades necessárias para desenvolver a modelagem.

A utilização de um jogo didático para cumprir o objetivo específico 5 (“entender os diversos modelos como construções humanas, explicando os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado”) é plausível. Todavia, é necessária uma análise mais criteriosa dessa adequação ao se analisar a proposta do jogo em andamento durante a intervenção.

Para operacionalizar a análise do critério A7, construiu-se o Quadro 36, que apresenta os objetivos específicos de pesquisa aliado aos instrumentos/estratégias de avaliação/materiais de aprendizagem correspondentes. As informações desse quadro foram cruzadas com as informações do Quadro 29.

Quadro 36. Objetivos específicos e instrumentos de avaliação/materiais de aprendizagem correspondentes

| OBJETIVO ESPECÍFICO                                                                                                          | INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO/<br>MATERIAIS DE APRENDIZAGEM                                                                              | ESTRATÉGIAS DE<br>AVALIAÇÃO                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <u>1)</u> Avaliar o modelo atômico de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos. | I) apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM <sup>73</sup> ; II) exposição da hipótese do material que se encontra na caixa. | Envolvimento do aluno na atividade da “caixa misteriosa”. |

<sup>73</sup> O professor Hélio também desenvolveu uma apostila para guiar o processo (anexo E). A ideia do material de aprendizagem é apresentar alguns textos de apoio e espaços para que os alunos desenvolvam as atividades envolvidas na modelagem

|                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2) Analisar o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                             | I) apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM; II) experimentação mental do modelo; III) avaliação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo; IV) solicitação que cada grupo produza um texto justificando seu modelo; V) apresentação dos modelos de cada grupo para toda a classe.                                   | Apresentação pelos grupos dos modelos relacionados ao átomo de Thomson.                                            |
| 3) Analisar o modelo atômico de Rutherford, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                          | I) apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM; II) experimentação mental do modelo elaborado pelos alunos; III) prévia para toda sala dos modelos idealizados pelos grupos; IV) experimentação mental/apresentação dos modelos elaborados pelos grupos para toda sala de aula.                                                | Apresentação dos modelos elaborados pelos grupos dos modelos relacionados à produção de diversas soluções aquosas. |
| 4) Analisar o modelo atômico de Bohr, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                | I) apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM; II) experimentação mental do modelo elaborado pelos alunos; III) observação das discussões iniciais dos alunos em relação aos modelos; IV) experimentação mental do modelo elaborado pelos alunos; V) apresentação dos modelos elaborados pelos grupos para toda sala de aula. | Elaboração e reelaboração dos modelos pelos grupos e a apresentação dos mesmos para a classe.                      |
| 5) Entender os diversos modelos como construções humanas explicando os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado. | I) apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM; II) envolvimento dos alunos na atividade/repostas corretas aos questionamentos propostos. III) observação das discussões iniciais                                                                                                                                              | Reconhecer soluções eletrolíticas e não eletrolíticas.                                                             |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Ao se analisar o objetivo específico 1, os instrumentos/estratégia de avaliação e os materiais de aprendizagem propostos, pode-se observar um problema de adequação. Apesar do material de aprendizagem ser adequado para avaliar se os alunos concluíram corretamente sobre as limitações e abrangências do modelo atômicos de Dalton, não fica claro qual é o objetivo das “caixas misteriosas”. Por meio da análise do planejamento da UDM como um todo, se entende que as “caixas misteriosas” têm a função de desenvolver a ideia de modelo científico, no entanto, o professor não deixa isso claro em seus objetivos de ensino.

Os instrumentos/estratégias de avaliação propostas para os objetivos 2, 3 e 4 são adequados para avaliar os objetivos de aprendizagem, pois são baseados nas fases do EFM, como experimentação mental, proposição de modelos e debate com os pares (Quadro 29). Além desses instrumentos, é proposto o material de aprendizagem apostilado desenvolvido para UDM.

Os instrumentos/estratégias de avaliação e materiais de aprendizagem estão bem articulados com o objetivo específico 5, pois propõe-se avaliar as etapas do jogo didático para verificar se os alunos conseguem avaliar os diversos modelos atômicos, criticando-os de acordo com o fenômeno macroscópico observado. Importante ressaltar, novamente, que uma análise mais precisa da adequação só poderá ser realizada ao se observar a proposta do jogo em andamento.

Devido ao problema detectado no objetivo específico 1, o critério A7 foi considerado parcialmente adequado. Além disso, essa classificação também está relacionada às estratégias de avaliação dos objetivos específicos 3 e 5. Estas estão relacionadas ao conteúdo de soluções<sup>74</sup>.

São previstos como recursos didáticos: I) projetor multimídia; II) 8 caixas misteriosas; III) lousa; IV) materiais e reagentes para a realização dos experimentos; V) materiais para a elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta); VI) apresentação dos modelos; VII) cartões com perguntas. Importante se ponderar que as caixas misteriosas e cartões com perguntas seriam melhor classificados como materiais de aprendizagem, e a apresentação de modelos não é um recurso didático (ALVES; BEGO, 2020). Tendo-se realizado essa ponderação, os recursos didáticos são adequados para trabalhar com experimentação, aula expositiva e dialogada e a modelagem. O mesmo pode se dizer em relação à organização da sala de aula, pois são previstos os momentos de aulas expositivas e de experimentação. Além disso, o professor Hélio ressalta a formação de grupos de alunos para modelagem.

O critério de avaliação A9 foi considerado inadequado, uma vez que a UDM do professor não prevê a utilização de tempo para atividades que não estão

---

<sup>74</sup> Isso ocorreu porque inicialmente o professor Hélio tinha a pretensão de realizar uma UDM para soluções, no entanto, mudou de ideia no meio do processo e esqueceu de fazer atualização das estratégias para os novos conteúdos. As estratégias dos demais objetivos estão adequadas, pois fundamentam a avaliação nas fases propostas pelo EFM.

relacionadas ao conteúdo. Como pode ser visto no Anexo B o professor prevê na sua UDM as atividades em aulas de 50 minutos.

➤ **Abordagem metodológica com eixo axial do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM**

Tendo-se finalizado o bloco de análise que articula os vários elementos do planejamento didático-pedagógico, este bloco trata da articulação dos elementos com a abordagem metodológica. A abordagem metodológica apresenta destaque aqui, por se tratar do eixo central do planejamento na UDM. Como guia para essa análise foi utilizado a descrição detalhada do EFM realizado na subseção 3.6.2.

A avaliação do critério B1 foi considerada satisfatória. O professor Hélio se propõe a trabalhar na UDM os conteúdos relacionados aos modelos atômicos de John Dalton, Joseph John Thomson, Ernest Rutherford e Niels Bohr. Por se tratarem de modelos científicos, os conteúdos são adequados para serem trabalhados nas premissas do EFM.

Dentre as concepções alternativas elencadas pelo professor, pode-se destacar como concepções que podem ser trabalhadas com o EFM: I) crença que o modelo atômico é descoberto (MELO, 2002; MELO; NETO, 2013); II) crença de que o átomo como é descrito pelo modelo é uma entidade concreta (MELO; NETO, 2013); III) dificuldade em desenhar as estruturas atômicas com suas respectivas partes (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009). Em relação aos obstáculos epistemológicos, podem ser trabalhados com o EFM: I) assumir como real ou concreto um modelo abstrato; II) utilizar analogias para descrever o átomo em detrimento a explicações teóricas (REIS; KIOURANI; SILVEIRA, 2010; MELO, 2002).

Acredite-se que as dinâmicas da modelagem podem ajudar os alunos a trabalharem essas concepções alternativas e obstáculos epistemológicos, pois vão entender como se desenvolveram os modelos atômicos, como foram propostas as partículas constituintes do átomo e como se relaciona a proposta do modelo com os fenômenos macroscópicos. Assim, o critério B2 foi considerado adequado.

Como pode ser observado no Quadro 33, o objetivo geral da UDM está baseado na modelagem, portanto, pode-se dizer que apresenta adequação com o EFM. Os objetivos específicos estão diretamente articulados aos modelos atômicos, que são trabalhados na perspectiva o EFM. Pode-se concluir, então, que o critério B3 pode ser classificado como adequado.

Como atividades, o professor Hélio descreve: I) aula expositiva dialogada; II) “caixa misteriosa”; III) experimento de magnetismo; IV) vídeo editado de 10 minutos; V) elaboração de modelos em grupos; VI) apresentação dos modelos propostos pelos alunos/ experimentação mental; VII) apresentação dos modelos consensuais; VIII) experimento do teste de chama; IX) Quiz para teste dos conhecimentos; X) avaliação com questões múltipla escolha e dissertativas. Algumas atividades e os momentos de utilização que foram propostos apresentam-se condizente com os princípios do EFM descrito no Quadro 29, inclusive algumas dessas etapas são fases importante da abordagem metodológica, como o desenvolvimento de modelos, os testes mentais e empíricos (por meio de experimentos em sala de aula ou vídeos) e apresentação dos modelos consensuais entre os pares.

As demais atividades como o Quiz, e aula expositiva e dialogada, podem ser utilizadas em consonância com o EFM, desde que não sejam as atividades principais e centrais do planejamento, o que parece ser o caso, quando se analisa a estrutura da UDM proposta. A aula expositiva e dialogada pode ser utilizada para questionar os modelos dos alunos e/ou apresentar dados experimentais.

O único problema encontrado diz respeito à avaliação tradicional. O EFM tem em sua estrutura uma série de fases a serem desenvolvidas com os alunos, sendo que as avaliações dessas fases foram propostas pelo professor para ser realizada de forma contínua durante toda a intervenção didático-pedagógica. Dessa forma, a utilização de uma avaliação tradicional não apresenta uma articulação muito adequada com o EFM, pois quebra as dinâmicas interativas e ativas propostas nessa abordagem. No entanto, é preciso frisar que não se encontrou nenhuma recomendação explícita, na literatura especializada, sobre a não utilização de avaliações tradicionais no EFM, mas isso não significa que as premissas de uma avaliação diferente de testes cobrando apenas a memorização, tradicionais, não estejam claras nessa nova abordagem.

A partir dessas análises, pode-se avaliar o critério B4 como parcialmente adequado.

O critério de avaliação B5 foi considerado adequado. Como pode ser observado no Quadro 32, o professor sugeriu como estratégias didáticas: I) aula expositiva e dialogada; II) EFM (modelagem); III) práticas experimentais; IV) campeonato cultural (jogo de perguntas e respostas entre os grupos de aluno). Como discutido no critério B4, as práticas experimentais, o campeonato cultural e as aulas

expositivas e dialogadas podem ser utilizadas no EFM, sem ferir nenhum princípio fundamental da abordagem. É necessário ressaltar, novamente, que o EFM não pode ser classificado como uma estratégia didática. Essa classificação equivocada pode ser um indício de que o professor não tenha se apropriado da abordagem metodológica em sua plenitude.

O último critério de análise, B6, foi considerado parcialmente adequado. Isso se deve ao fato de que, apesar do professor ter proposto avaliar as várias etapas da do EFM, ainda manteve uma avaliação final nos moldes tradicionais. De fato, o EFM não apresenta nenhuma declaração explícita de que uma avaliação tradicional não é adequada para os princípios propostos. No entanto, se o professor desenvolveu avaliações contínuas durante todo o processo de modelagem e apresenta tanto informações dos trabalhos em grupos quanto do aprendizado individual, não seria necessária uma avaliação tradicional final, que não guarda referências com as etapas propostas para modelagem.

Além disso, apesar de serem propostas várias atividades de avaliação durante o processo de modelagem, não fica muito claro quais os critérios que serão utilizados para avaliar a aprendizagem dos alunos e o trabalho docente. Avaliação como: “envolvimento do aluno na atividade da caixa misteriosa”, não deixa explícito qual critério está sendo considerado para definir se o objetivo de aprendizagem foi alcançado.

A classificação de parcialmente adequada também está atrelada à problemática de estratégias de avaliação relacionadas ao conteúdo de soluções. Esse mesmo problema foi levantado no critério de avaliação A7. As demais estratégias de avaliação estão adequadas para se trabalhar com o EFM, por se tratar de etapas propostas nessa abordagem metodológica (Quadro 29).

Assim, o instrumento de análise da primeira versão da UDM, produzida pelo professor Hélio, ficou preenchido como indicado no Quadro 37.

Quadro 37. Análise da UDM inicial

| Interrelação entre os vários elementos do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM |                                                              |          |              |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|--------------|-----|
| ID                                                                                          | Critérios de avaliação                                       | Adequado |              |     |
|                                                                                             |                                                              | SIM      | PARCIALMENTE | NÃO |
| A1                                                                                          | A UDM pode ser desenvolvida no contexto real da intervenção? | X        |              |     |

|                                                                                                    |                                                                                                                                  |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| A2                                                                                                 | Os conteúdos definidos estão articulados com as orientações curriculares oficiais?                                               | X |   |   |
| A3                                                                                                 | Os objetivos respeitam a estrutura da taxonomia de Bloom revisada e apresentam coerência com os conteúdos propostos?             | X |   |   |
| A4                                                                                                 | Os níveis da dimensão dos processos cognitivos e conhecimento estão adequados nos objetivos geral e específicos?                 |   |   | X |
| A5                                                                                                 | São propostas múltiplas estratégias didáticas?                                                                                   | X |   |   |
| A6                                                                                                 | As estratégias didáticas apresentam correspondências com os objetivos de aprendizagem?                                           | X |   |   |
| A7                                                                                                 | Os instrumentos/estratégia de avaliação/ materiais de aprendizagem apresentam relação com os objetivos propostos na UDM?         |   | X |   |
| A8                                                                                                 | Os recursos didáticos e a organização da sala estão adequados para trabalhar dentro das premissas das estratégias didáticas?     | X |   |   |
| A9                                                                                                 | As SD preveem tempo para atividades que não estão relacionadas com o conteúdo, com o propósito de adequar tempo e conteúdo?      |   |   | X |
| <b>Abordagem metodológica como eixo axial do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM</b> |                                                                                                                                  |   |   |   |
| B1                                                                                                 | Os conteúdos são adequados para serem trabalhados na abordagem metodológica?                                                     | X |   |   |
| B2                                                                                                 | A abordagem metodológica permite trabalhar com algumas concepções alternativas e/ou obstáculos epistemológicos sobre a temática? | X |   |   |
| B3                                                                                                 | Os objetivos geral e específicos estão relacionados com a abordagem metodológica?                                                | X |   |   |
| B4                                                                                                 | As atividades propostas na UDM estão articuladas com os princípios fundamentais da abordagem metodológica?                       |   | X |   |
| B5                                                                                                 | As estratégias didáticas propostas estão relacionadas com os princípios da abordagem metodológica?                               | X |   |   |
| B6                                                                                                 | As estratégias/instrumentos de avaliação estão de acordo com os princípios da abordagem metodológica?                            |   | X |   |

Fonte: Elaboração própria

Em termos quantitativos, o 1º bloco de análises do Quadro 37 apresenta 6 critérios considerados adequados (A1; A2; A3; A5; A6; A8), 1 parcialmente adequado (A7) e 2 inadequados (A4; A9). Já o 2º bloco apresenta 4 critérios adequados (B1; B2; B3; B5) e 2 parcialmente adequados (B4; B6). No total, somando-se o 1º e 2º blocos, a avaliação resultou em: 10 critérios adequados, 3 parcialmente adequados e 2 inadequados. Todos esses dados estão sumarizados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados em termos qualitativos da avaliação da primeira versão da UDM do professor Hélio.

| BLOCO DO INSTRUMENTO      | NÚMERO DE CRITÉRIOS |              |            |
|---------------------------|---------------------|--------------|------------|
|                           | ADEQUADO            | PARCIALMENTE | INADEQUADO |
| <i>Primeiro</i>           | 6                   | 1            | 2          |
| <i>Segundo</i>            | 4                   | 2            | 0          |
| <i>Primeiro e segundo</i> | 10                  | 3            | 2          |

Fonte: elaboração própria.

As discussões realizadas na análise da UDM e os dados da Tabela 2 permitem inferir que o planejamento do professor Hélio apresentou uma boa articulação e coerência dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica. Dos 15 critérios analisados, apenas 2 foram considerados inadequados, sendo a grande maioria adequados, 10 critérios.

Destaca-se, ainda, que no bloco de articulação dos elementos com a abordagem metodológica não se obteve nenhum critério considerado inadequado. Olhando separadamente os blocos, pode-se perceber que, em ambos, o número de critérios adequados foi sempre maior que a soma dos critérios parcialmente adequados e inadequados.

O que as próximas subseções investigam é em que medida os momentos de reflexão coletiva (professor Hélio e orientador Willian) contribuíram para auxiliar em uma articulação mais adequada entre os elementos do planejamento e entre os elementos e a abordagem metodológica. Antes da intervenção em sala de aula, o professor Hélio realizou 2 reuniões com o seu orientador de mestrado no ProfQui, professor William. A intenção foi discutir essa primeira versão da UDM, a fim de se produzir uma versão mais ajustada e articulada para ser utilizada em sala de aula. Dessa forma, a próxima subseção discute as principais diferenças entre a primeira versão da UDM e a versão da intervenção. Em seguida se discute os momentos de



reflexão sobre a articulação dos vários elementos do planejamento e entre os elementos e a abordagem metodológica que surgiram durante a reunião de orientação

#### **4.3.1.2 Comparação entre a primeira versão da UDM e a versão da intervenção**

No Apêndice F apresenta-se um quadro de comparação entre a primeira versão da UDM (Anexo B) e a versão corrigida para a intervenção (Anexo C), destacando as principais mudanças realizadas pelo professor. A estrutura central da UDM se manteve a mesma, sendo realizada apenas algumas mudanças pontuais. Devido a isso, optou-se por fazer uma análise apenas das alterações mais relevantes realizadas nos elementos do planejamento, em detrimento a uma nova análise utilizando o instrumento do Quadro 27.

Um ponto importante a se sublinhar são os mapas conceituais das versões da UDM (Figura 60 e Figura 61). Em uma primeira checagem exploratória, pode-se concluir que a primeira versão do mapa apresenta menos termos em destaque e menos interligações entre eles, quando comparado ao mapa da versão da intervenção da UDM.

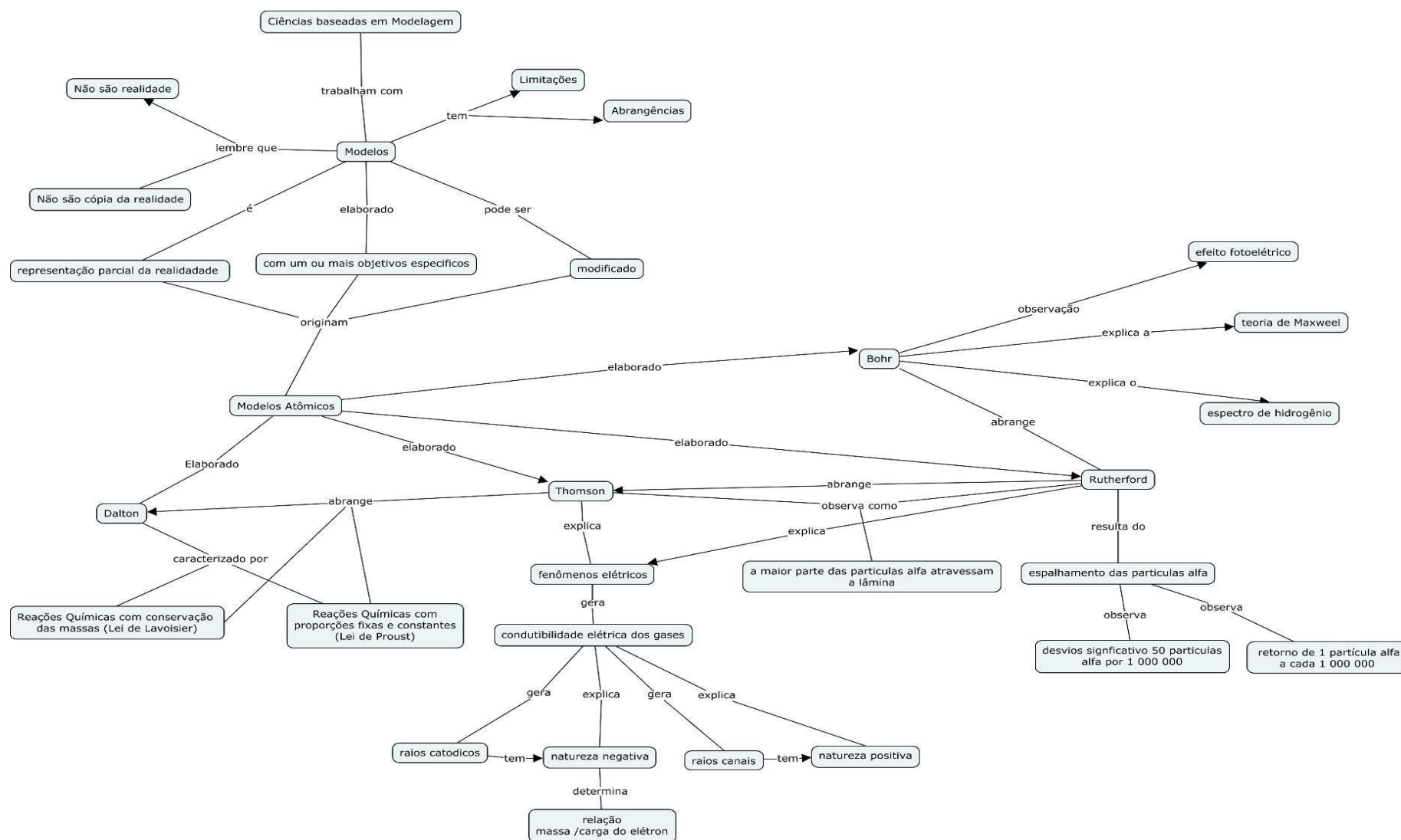
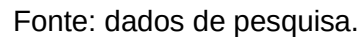


Figura 60. Mapa conceitual confeccionado para a primeira versão da UDM.

Fonte: dados de pesquisa.



Como esta pesquisa não apresenta o objetivo direto de ser investigar os mapas conceituais na formação de professores de Química, não foi desenvolvida uma análise detalhada desses instrumentos. No entanto, para se ter uma ideia de como os saberes da matéria a ser ensinada e da didática específica avançaram de uma versão da UDM para outra, utilizou-se um instrumento quantitativo de análise de mapas conceituais proposto por Novak e Gowin (1994) (Quadro 38) e utilizado também por Moreira, Souza e Ribeiro (2018).

Quadro 38. Critérios de classificação dos mapas conceituais.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Proposições. A relação de significado entre dois conceitos é indicada pela linha que os une e pela(s) palavra(s) de ligação correspondentes? A relação é válida? Atribua um ponto por cada proposição válida e significativa que apareça.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2. Hierarquia. O mapa revela uma hierarquia? Cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito descrito por cima dele (do ponto de vista do contexto no qual se constrói o mapa conceptual)? Atribua 5 pontos por cada nível hierárquico válido.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3. Ligações cruzadas. O mapa revela ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceptual e outro segmento? Será que a relação que se mostra é significativa e válida? Atribua 10 pontos por cada relação cruzada que seja simultaneamente válida e significativa e 2 pontos por cada relação cruzada que seja válida, mas que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados. As ligações cruzadas podem indicar capacidade criativa e há que prestar uma atenção especial para as identificar e reconhecer. As ligações cruzadas criativas ou peculiares podem ser alvo de um reconhecimento especial ou receber uma pontuação adicional. |
| 4. Exemplos: Os acontecimentos ou objetos concretos que sejam exemplos válidos do que designam os termos conceptuais podem valer cada um 1 ponto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5. Pode-se construir e pontuar um mapa de referência para o material que se vai representar nos mapas conceptuais. Depois, dividem-se os pontos dos alunos pela pontuação obtida para esse mapa de referência, obtendo-se deste modo uma percentagem que serve de comparação. (Alguns alunos podem ter melhor classificação que o mapa de referência, recebendo assim uma pontuação superior a 100%.)                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Fonte: adaptado de Gowin e Novak (1994, p. 52)

O intento é pontuar os critérios da forma como apresentado no Quadro 38 com a finalidade de comparar os mapas por meio da somatória simples da pontuação de todos esses critérios. Na Tabela 3 e no gráfico da Figura 62 apresenta-se a pontuação encontrada nas versões inicial e da intervenção da UDM. Como não se tem o objetivo de atribuir uma nota para uma atividade, mas sim fazer uma análise comparativa entre os mapas, o critério 5 do Quadro 38 não foi considerado.

Tabela 3. Pontuação dos mapas conceituais da versão inicial da UDM e da versão da intervenção, por meio dos critérios sugeridos por Gowin e Novak (1995).

| CRITÉRIO                    | PONTUAÇÃO                |                          |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                             | PRIMEIRA VERSÃO          | VERSÃO DA INTERVENÇÃO    |
| 1) <i>Proposições</i>       | $29,0 \cdot 1,00 = 29,0$ | $53,0 \cdot 1,00 = 53,0$ |
| 2) <i>Hierarquia</i>        | $8,00 \cdot 5,00 = 40,0$ | $10,0 \cdot 5,00 = 50,0$ |
| 3) <i>Ligações Cruzadas</i> | $5,00 \cdot 10,0 = 50,0$ | $11,0 \cdot 10,0 = 110$  |
| 4) <i>Exemplos</i>          | $13,0 \cdot 1,00 = 13,0$ | $13,0 \cdot 1,00 = 13,0$ |
| <b>Total</b>                | <b>132</b>               | <b>226</b>               |

Fonte: elaboração própria.

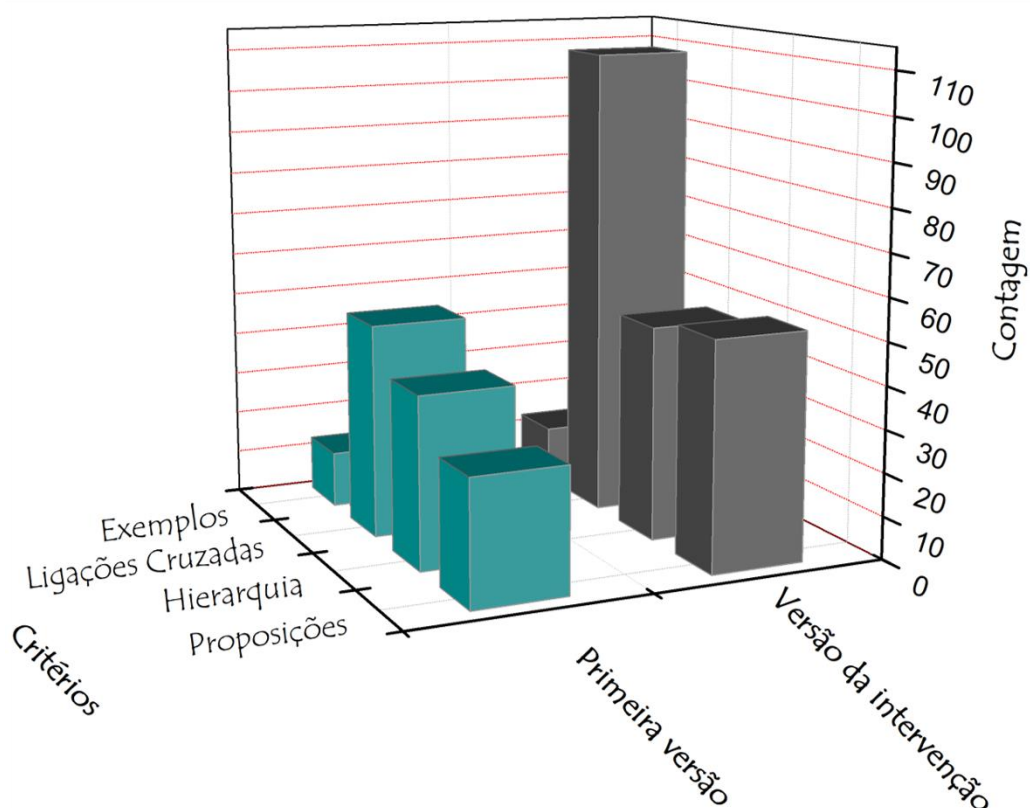


Figura 62. Pontuação dos mapas conceituais da primeira versão e da versão da intervenção.

Fonte: elaboração própria.

Com exceção do critério 4 que se manteve constante, em todos os outros a pontuação do mapa conceitual da UDM da intervenção foi superior (Tabela 3 e Figura 62). Em termos totais, a soma dos critérios da UDM da intervenção é aproximadamente 71,2% maior que a UDM inicial.

Apesar dessa abordagem do mapa ser quantitativa, os critérios aventados para se fazer a contagem exige uma análise de qualidade da proposta, pois é necessário analisar se a ligação entre os conceitos é válida, por exemplo. Ademais, se analisa a relevância das ligações cruzadas. Portanto, pode-se inferir que a qualidade do mapa da UDM reelaborada foi superior.

Esse aprofundamento realizado pelo professor dos saberes sobre o EFM, modelos científicos e modelos atômicos, evidenciado na análise do mapa conceitual, apresenta indícios do desenvolvimento de fontes do conhecimento profissional desejável, os saberes disciplinares básicos e os saberes metadisciplinares (Figura 39). Indícios do desenvolvimento dessas fontes do conhecimento profissional desejável podem ser encontrados, ainda, nas linhas 2, 3, 4, 5 e 6 do quadro do apêndice F (Quadro 39). Essas linhas evidenciam que o professor aprofundou algumas discussões sobre o conteúdo da matéria a ser ensinada e a abordagem metodológica, pois há o incremento de trechos e de novas referências sobre as temáticas.

Quadro 39. Recorte das linhas 2, 3, 4, 5 e 6 do quadro do Apêndice F.

| <b>Elementos do planejamento</b>                                               | <b>Diferenças nas versões</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                | <b>Primeira versão</b>                                              | <b>Versão da intervenção</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <u>Linha 2:</u> Esquema conceitual científico sobre o objeto de estudo da UDM. | -                                                                   | 5 referências novas: BEGO, 2016b; SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993; KOTZ; TREICHEL, 2005; OLIVEIRA; FERNANDES, 2006; ROZENBERG, 2002.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <u>Linha 3:</u> Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM       | -                                                                   | Alguns trechos foram adicionados:<br>I) “[...] primeira implicação é a orientação dos alunos em relação à abordagem metodológica fundamentada em modelagem. Por isso, é interessante uma aula introdutória ao estudo de modelagem, que envolva uma prática experimental de ensino fundamento em modelagem. Isto permitirá aos alunos uma primeira vivência das práticas de modelagem”;<br>II) “[...] autonomia na forma de pensar é importante no desenvolvimento de atividades baseadas em modelagem, pois permite ao educando a elaboração de modelos mentais diversos que permitem a diversidade de ideias e uma aprendizagem dialética mais rica em contextos”;<br>III) “[...] segundo Justi (2008), o professor deve estar ciente que seu papel está relacionado a criação de ricos contextos de aplicação do estudo de Modelos Atômicos e promoção de testes e questionamentos dos modelos, ou seja, o professor precisa desenvolver na sala de aula um ambiente que busque a constante dialética dos estudantes em relação aos objetos modelados. Uma tarefa hercúlea”. |
| <u>Linha 4:</u> Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM       | -                                                                   | 2 referências novas: FERREIRA; JUSTI, 2018; VILLANI, 2016.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <u>Linha 5:</u> Princípios teórico-metodológicos da abordagem escolhida.       | Diagrama do processo de modelagem de Justi e Gilbert (2002, p.371). | Um trecho foi adicionado:<br>[...] o trabalho com diversas atividades de modelagem tende a promover o progresso do desempenho dos alunos em relação às habilidades envolvidas em modelagem, em especial quando eles refletem sobre suas ações (estruturando e/ou sistematizando um plano de ações para integrar ideias e produzir um modelo); tentando adequar os conhecimentos e                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                                 |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                 |   | experiências prévias a novas situações) e/ou sobre a natureza dos modelos (reconhecendo que esses possuem limitações). O envolvimento dos estudantes em atividades de modelagem contribui, ainda, para que esses elaborem seus próprios modelos sobre o processo de modelagem, promovendo uma sistematização do mesmo ao longo de suas ações, o que pode ser útil em situações inéditas”. |
| <i><u>Linha 6:</u> Princípios teórico-metodológicos da abordagem escolhida.</i> | - | 5 referências novas: JUSTI, 2006; GILBERT; JUSTI; QUEIROZ, 2009; MAIA; JUSTI, 2009a; MAIA; JUSTI, 2009b; NERSESSIAN, 1999.                                                                                                                                                                                                                                                                |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Um aprofundamento sobre o conteúdo da matéria e a abordagem metodológica pode influenciar a qualidade das demais mudanças sugeridas na UDM da intervenção, ao passo que pode refletir em uma articulação mais adequada com os demais elementos do planejamento. Nas linhas 7, 9 e 15 do Apêndice F de comparação é possível encontrar a influência desse aprofundamento na articulação com os demais elementos do planejamento (linhas destacadas no Quadro 40).



Quadro 40. Recorte das linhas 7, 9, 15, 20 e 21 do quadro do Apêndice F.

| <b>Elementos do planejamento</b>                  | <b>Diferenças nas versões</b>                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <b>Primeira versão</b>                                                                                                                                                                                                                              | <b>Versão da intervenção</b>                                                                                                                                                                                                    |
| <u>Linha 7</u> : SD 1<br>Estratégia de avaliação  | Envolvimento do aluno na atividade de modelagem da “caixa misteriosa”.                                                                                                                                                                              | Envolvimento do aluno na atividade de modelagem da “caixa misteriosa”. Além da justificativa dos materiais presentes nas caixas via escrita e socialização de argumentos.                                                       |
| <u>Linha 9</u> : SD 2<br>Estratégia de avaliação  | Apresentação pelos grupos dos modelos relacionados ao átomo de Thomson.                                                                                                                                                                             | Análise das proposições em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo.  |
| <u>Linha 15</u> : SD 4<br>Estratégia de avaliação | Elaboração e reelaboração dos modelos pelos grupos e apresentação dos mesmos para a classe.                                                                                                                                                         | Análise das proposições sem relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo. |
| <u>Linha 20</u> : SD 5<br>Objetivo                | Entender os diversos modelos como construções humanas, explicando os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado.<br>Avaliar os diversos modelos atômicos; criticando-os de acordo com o contexto do fenômeno macroscópico observado. | Analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas, organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciando a abrangência de cada um dos modelos.                                         |
| <u>Linha 21</u> : SD 5<br>Estratégia de avaliação | Reconhecer soluções como eletrolíticas e não eletrolíticas.                                                                                                                                                                                         | Análise da participação dos alunos do <i>brainstorming</i> , desempenho dos grupos no Quiz e avaliação escrita individual.                                                                                                      |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Na linha 9, por exemplo, o professor adaptou a sua estratégia de avaliação baseada nas etapas do EFM. Na primeira versão da UDM, a avaliação se fundamentava na: “apresentação pelos grupos dos modelos relacionados ao átomo de Thomson”. Para a UDM da intervenção, a proposta foi: “análise das proposições em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos

apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos nas atividades de modelagem como um todo”.

A proposta de avaliação da UDM de aplicação apresenta uma maior interação com a abordagem metodológica, pois, diferentemente da primeira versão, se propõe a avaliar diferentes fases do EFM, a se citar: expressão do modelo mental, socialização com os pares e negociação de um modelo consensual. Essas fases do EFM estão explicitadas no Quadro 29.

O mesmo caso acontece nas linhas 7 e 15 da comparação (Quadro 40). O professor sugere uma avaliação de mais etapas do EFM, o que deixa a articulação entre a abordagem metodológica e a avaliação mais complexa e melhor estruturada.

Na linha 20 (Quadro 40), pode-se ver uma mudança no objetivo específico 5. Na primeira versão da UDM o objetivo era: “entender os diversos modelos como construções humanas, explicando os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado”. Na versão da intervenção o objetivo proposto foi: “analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas, organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciando a abrangência de cada um dos modelos”.

O professor modificou o objetivo para substituir os verbos, entendendo/explicando por analisar/organizando/diferenciando. A nova proposta de par verbo no infinitivo/verbo no gerúndio está adequada segundo a taxonomia de Bloom revisada (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Com essa mudança, o objetivo se posiciona na posição conceitual/princípios da dimensão conhecimento e na posição analisar da dimensão do processo cognitivo da taxonomia de Bloom revisada. Essa mudança não influencia as avaliações desenvolvidas no bloco anterior, pois apenas foi adaptado o nível de entendimento sobre o conteúdo que se espera dos alunos na dimensão processo cognitivo.

Nas linhas 15 e 21 (Quadro 40), o professor Hélio fez uma adequação das estratégias de avaliação para o conteúdo de modelos atômicos. Com essa adequação, o professor resolveu parte dos problemas dos critérios A7 e B6 da UDM inicial (Quadro 37). Apesar do avanço, a classificação dos critérios não se altera, uma vez que ainda há problemas de adequação em ambos.

Outro problema da versão inicial da UDM que foi arrumada para a versão da intervenção pode ser observado nas linhas 10, 13 e 16 (destacadas no Quadro 41). O professor, corretamente, retirou o EFM da seção de estratégias didáticas. Como já

discutido no bloco anterior, o EFM é, de fato, classificado como uma abordagem metodológica (ALVES; BEGO, 2020).

Quadro 41. Recorte das linhas 10, 13 e 16 do quadro do Apêndice F.

| <b>Elementos do planejamento</b>                      | <b>Diferenças nas versões</b> |                                                         |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                                                       | <b>Primeira versão</b>        | <b>Versão da intervenção</b>                            |
| <u>Linha 10</u> : SD2<br><i>Estratégias didáticas</i> | EFM.                          | I) prática experimental; II) aula expositiva dialogada. |
| <u>Linha 13</u> : SD3<br><i>Estratégias didáticas</i> | EFM.                          | Aula expositiva dialogada.                              |
| <u>Linha 16</u> : SD4<br><i>Estratégias didáticas</i> | EFM.                          | Prática experimental; aula expositiva dialogada.        |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Ter clareza da diferença entre estratégia didática e abordagem metodológica pode ser crucial para o movimento de relacionar os vários elementos do planejamento na prática, principalmente em um modelo de planejamento, como a UDM, que tem como eixo axial a abordagem metodológica. Esse tipo de conhecimento está inserido nas fontes do conhecimento profissional desejável, os saberes disciplinares básicos e os saberes metadisciplinares (Figura 39).

Pode-se destacar, também, que a estratégia didática do campeonato cultural foi substituída pela estratégia chamada de “tempestade de modelos” (linha 22) e pela utilização da plataforma *Kahoot*® (um jogo didático que envolve TIC), linhas 24 e 25 (Quadro 42). Assim, o título da SD 5 foi alterado para tempestade de modelos, linha 19 do quadro de comparação.

Quadro 42. Recorte das linhas 19, 22, 24 e 25 do quadro do Apêndice F.

| <b>Elementos do planejamento</b>                 | <b>Diferenças nas versões</b>                                              |                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | <b>Primeira versão</b>                                                     | <b>Versão da intervenção</b>                                                                                                                                                                  |
| <u>Linha 19:</u> SD5<br>Título                   | Sedimentando as informações.                                               | Tempestade de modelos.                                                                                                                                                                        |
| <u>Linha 22:</u> SD5<br>Estratégias didáticas    | Campeonato cultural (jogo de perguntas e respostas entre grupo de alunos). | Tempestade de ideias.                                                                                                                                                                         |
| <u>Linha 24:</u> SD5<br>Recurso didático         | Cartões com perguntas.                                                     | I) apostila desenvolvida para aplicação das atividades; II) sala do acesso ou celulares (solicite com antecedência para que os alunos instalem o Kahoot® nos celulares); III) prova impressa. |
| <u>Linha 25:</u> SD5<br>Instrumento de avaliação | -                                                                          | I) avaliação da aprendizagem em grupos por meio da plataforma de avaliação Kahoot®; II) avaliação de modelos atômicos.                                                                        |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

A “tempestade de modelos” é uma adaptação, para o conteúdo de modelos atômicos, da estratégia didática conhecida como tempestade cerebral. Nas palavras de Anastasiou e Alves (2015, p. 89), essa estratégia envolve a seguinte dinâmica:

Ao serem perguntados sobre uma problemática, os estudantes devem:

1. expressar em palavras ou frases curtas as ideias sugeridas pela questão proposta;
2. evitar atitude crítica que levaria a emitir juízo e/ou excluir ideias;
3. registrar e organizar a relação de ideias espontâneas;
4. fazer a seleção delas conforme critério seguintes ou a ser combinado:
  - ter possibilidade de ser postas em prática logo;
  - ser compatíveis com outras ideias relacionadas ou enquadradas numa lista de ideias;
  - ser apreciadas operacionalmente quanto a eficiência a curto, médio e longo prazo.

Kahoot® é uma plataforma *online*<sup>75</sup> gratuita que permite a criação de Quiz de perguntas e respostas.

<sup>75</sup> Kahoot é uma plataforma *online* gratuita que permite a criação de Quiz de perguntas e respostas. Disponível em: <https://kahoot.it/>

Essa mudança de estratégia didática não modifica o quadro de análise da UDM inicial (Quadro 37), pois a nova proposta cumpre o mesmo objetivo do campeonato cultural e, a princípio, pode ser utilizada dentro da perspectiva do EFM e a escola da intervenção conta com os recursos necessários para execução (lousa branca, canetão e sala de informática). Ademais, foi adicionada mais uma estratégia didática.

Nas linhas 11, 14 e 17 (Quadro 43) pode-se observar que o professor adicionou, na UDM da intervenção, mais detalhes da forma como a sala aula deve ser organizadas e na descrição das atividades. Na linha 17, por exemplo, o professor Hélio adiciona os seguintes elementos: *I)* carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em 5 sempre uma de frente para a outra; *II)* experimento do uso do espectroscópio e teste da chama; *III)* abordagem do EFM: elaboração de modelos mentais e consensuais.

Quadro 43. Recorte das linhas 11, 14 e 17 do quadro do Apêndice F.

| <b>Elementos do planejamento</b>                                                             | <b>Diferenças nas versões</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                              | <b>Primeira versão</b>        | <b>Versão da intervenção</b>                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <u><i>Linha 11:</i></u> SD2<br><i>Organização da sala de aula</i>                            | -                             | <i>I)</i> carteira enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em 5, sempre uma de frente para a outra; <i>II)</i> manutenção dos grupos formado nas aulas anteriores.                                                                               |
| <u><i>Linha 14:</i></u> SD3<br><i>Organização da sala de aula e descrição das atividades</i> | -                             | <i>I)</i> vídeo editado com observações macroscópicas; <i>II)</i> carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em 5 sempre uma de frente para a outra.                                                                                      |
| <u><i>Linha 17:</i></u> SD4<br><i>Organização da sala de aula e descrição das atividades</i> | -                             | <i>I)</i> carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em 5 sempre uma de frente para a outra; <i>II)</i> experimento do uso do espectroscópio e teste da chama; <i>III)</i> abordagem do EFM: elaboração de modelos mentais e consensuais. |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Como pode-se observar, as adições estão diretamente relacionadas à dinâmica imposta pelo do EFM, o que explicita que a inter-relação entre esses elementos do planejamento e a abordagem metodológica ficou mais coerente e refinada.

Na linha 23 (Quadro 44), o aumento na complexidade da relação entre os elementos do planejamento pode ser identificado em relação à estratégia didática. Na seção da UDM intitulada de organização da sala de aula e descrição das atividades, o professor descreve, com maiores detalhes, como deve-se processar a dinâmica da “tempestade de modelos”.

Quadro 44. Recorte das linhas 18, 23, 24 e 25 do quadro do Apêndice F.

| <b>Elementos do planejamento</b>                                               | <b>Diferenças nas versões</b>                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                | <b>Primeira versão</b>                                                                                                                                                                        | <b>Versão da intervenção</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <u>Linha 18:</u> SD4<br>Instrumento de avaliação                               | -                                                                                                                                                                                             | I) solicitar que cada grupo produza um texto justificando seu modelo; II) socialização do modelo consensual elaborado pelo grupo.                                                                                                                                                                                                                       |
| <u>Linha 23:</u> SD5<br>Organização da sala de aula e descrição das atividades | I) montagem de times com 5 componentes via sorteio; II) pareamento dos duelos entre time; III) 2 duelos: 1º com perguntas de Dalton e Thomson e 2º questões relacionadas a Rutherford e Bohr. | I) atividade voltada para a coleta de informações; II) toda a sala participa por meio de sugestões de informações acerca dos diversos modelos atômicos estudados; III) teste dos conhecimentos por meio de Quiz em duplas ou quarteto (depende da disponibilidade de celulares); IV) avaliação com questões de múltipla escolha e questão dissertativa. |
| <u>Linha 24:</u> SD5<br>Recurso didático                                       | Cartões com perguntas.                                                                                                                                                                        | I) apostila desenvolvida para aplicação das atividades; II) sala do acesa ou celulares (solicite com antecedência para que os alunos instalem o Kahoot® nos celulares); III) prova impressa.                                                                                                                                                            |
| <u>Linha 25:</u> SD5<br>Instrumento de avaliação                               | -                                                                                                                                                                                             | I) avaliação da aprendizagem em grupos por meio da plataforma de avaliação Kahoot®; II) avaliação de modelos atômicos.                                                                                                                                                                                                                                  |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Já na linha 18 (Quadro 44) o professor alinha de forma mais efetiva os instrumentos de avaliação com o EFM. O professor propõe, para UDM da intervenção, novos instrumentos de avaliação: I) solicitar que cada grupo produza um texto justificando seu modelo; II) socialização do modelo consensual elaborado pelo grupo. Esses instrumentos são etapas fundamentais do EFM (Quadro 29).

As linhas 24 e 25 (Quadro 44) são adaptações dos recursos didáticos e dos instrumentos de avaliação para a nova estratégia didática sugerida na SD5. Essas mudanças não mudam as análises do Quadro 37, pois os novos elementos

adicionados apresentam articulação com os objetivos de aprendizagem e com as estratégias didáticas. Em relação ao instrumento de avaliação, o problema da utilização de uma prova tradicional na perspectiva do EFM persiste.

A comparação entre a primeira versão da UDM e a versão da intervenção, feita nesse bloco de análise, permite concluir que, apesar de não ter mudado as avaliações dos critérios do Quadro 37, a complexidade das relações entre os elementos do planejamento e destes com a abordagem metodológica aumentou substancialmente. É possível observar uma riqueza maior de detalhes em alguns elementos do planejamento, na interação entre os elementos e com a abordagem metodológica.

Uma primeira justificativa para essa melhora na articulação dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica é o aprofundamento teórico e metodológico realizado pelo professor em relação ao conteúdo da matéria e ao próprio EFM. Esse aprofundamento fica patente na comparação dos mapas conceituais das versões da UDM e no enriquecimento de algumas sessões teóricas e metodológicas da UDM.

A próxima subseção investiga se os momentos de reflexão coletiva, propiciados pelas reuniões de orientação, apresentaram influências para o refinamento das relações entre os elementos do planejamento e destes com a abordagem metodológica, apresentado na UDM da aplicação.

#### **4.3.1.3 Discussões desenvolvidas durante a reunião de orientação**

Neste bloco, apresenta-se algumas reflexões sobre a articulação entre os elementos do planejamento e entre eles e a abordagem metodológica, que ocorreram durante 2 reuniões de orientação. Nessas reuniões, o professor Hélió e seu orientador William discutiram sobre o conteúdo químico presente na UDM, sobre a abordagem metodológica do EFM e sobre os diferentes elementos do planejamento.

Em momentos diferentes das reuniões, o professor Hélió reflete sobre a adequação dos objetivos com a taxonomia de Bloom revisada e com os conteúdos de aprendizagem, critério de análise A3 do Quadro 27. O professor é questionado sobre o objetivo da SD5 da primeira versão da UDM (“Entender os diversos modelos como construções humanas, explicando os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado”):

**Trecho I:** William: - E, por último, você colocou uma sequência "sedimentando as informações" que é "entender/ explicando", certo? Eu lembro que eu tinha falado, porque aqui seria mais do que entender. Provavelmente você quer, pelo o que você tinha comentado, que eles saibam as características de cada um dos modelos e que ao mesmo tempo saibam as diferenças entre esses modelos, então, entraria em um gerúndio, assim, de a capacidade de diferenciar. Entraria em diferenciando aqui, então provavelmente [...]. Então, quando está diferenciando, organizando, é o mesmo nível, o nível do analisar.

Hélio: - *Seria mais avaliar. Avaliar, checando as abrangências e limitações.*

William: - Pode ser uma boa. Aqui no final, você quer que eles saibam cada um deles e, além disso, as diferenças entre cada um deles. O analisar está bom, sem problema nenhum, ou então avaliar. Então, analisar "relacionado a dividir a informação em partes interessantes e relevantes, importantes e menos importantes, entender a inter-relação de existência entre as partes, representado pelos verbos diferenciando, organizando e concluindo". Certo? O avaliar "relacionado ao realizar julgamento baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia, representado pelos verbos checando e criticando". Se você estiver em um nível de, a partir de padrões, fazer a crítica ao que está posto, checar se o que está posto tem determinada qualidade, é avaliar. Se não, é o analisar. Você quer que eles façam relações, dividam informações e comparem, e, dessas comparações, façam a diferenciação? Me parece que é mais próximo do analisar aqui também. Assim como o primeiro do Dalton, o Dalton até entendo que quando você coloca avaliar, que acho que aqui você quer que, como eles já fizeram experimento do Dalton, seria já o momento de ver que eles têm alguns problemas, e aí, vamos superar, certo?

Hélio: - *É, basicamente isso. É que aqui também é um processo de retomada, basicamente. Então, nesse caso, supõe-se que já tem informação prévia. Só vou fazer uma retomada, uma recordaçãozinha e aproveitar para trabalhar também com a ideia de modelagem. A ideia de modelo encima de Dalton e uma atividade de modelagem também (DADOS DE PESQUISA).*

No Trecho I o professor Hélio e seu orientador William discutem a adequação dos verbos no infinitivo e no gerúndio para se trabalhar dentro do conteúdo. Essas discussões geraram uma mudança no objetivo específico da SD5, como apontado no apêndice F, que para a UDM da intervenção passou a ser "analisar os diferentes modelos atômicos como construções humanas, organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciando a abrangência de cada um dos modelos".

No objetivo específico da UDM da intervenção, pode-se ver que, além da alteração nos verbos, o professor retirou o trecho: "os fenômenos de acordo com o



contexto macroscópico observado” e adicionou “as informações características de cada um dos modelos e diferenciando a abrangência de cada um dos modelos”. Essa mudança ocorreu devido a outro momento de reflexão:

**Trecho II:** William: - O que o aluno vai ter que fazer para a gente falar assim: Ele está organizando de acordo com o contexto macroscópico?

[...]

Hélio: - *Por exemplo, do Thomson é um átomo esférico, tem a neutralidade elétrica, só que ele já é um átomo divisível, certo? E nesse caso, as cargas elétricas teriam neutralidade elétrica. Os negativos acabam equivalendo a massa daquela esfera positiva propriamente dita, a grosso modo.*

William: - Então você está falando as características do modelo. Você vê que essas características não estão relacionadas em nenhum momento com o macroscópico?

Hélio: - *Sim (DADOS DE PESQUISA).*

Os trechos I e II apresentados mostram a importância das reuniões de orientação para que o professor Hélio adquira um entendimento mais amplo sobre a articulação do seu objetivo específico com o conteúdo que se pretende ensinar. Além dessas alterações no objetivo específico da SD5, outro momento importante das reuniões de orientação está relacionado à articulação dos instrumentos/estratégias de avaliação com o objetivo. Em determinado momento, o professor é instigado a refletir sobre como estava pensando a avaliação da SD1:

**Trecho III:** William: - [...] que evidência você poderia trazer no seu relatório final de mestrado que fala assim: de fato os alunos estão com o conceito do que é um modelo?

Hélio: - *Seria uma avaliaçãozinha no final do processo.*

William: - Então, lembra que a gente discutiu que os instrumentos de avaliação não são necessariamente instrumentos formais como uma provinha que eles têm que fazer, avaliação somativa. Mas são todas as formas de pensar materiais de aprendizagem ou instrumentos de avaliação, propriamente ditos, que dão ao professor algum tipo de devolutiva para que ele consiga ter uma análise qualitativa do desenvolvimento dos alunos em relação ao objetivo dele.

Hélio: - *De preferência escrita.*

William: - Escrita é interessante. Às vezes, mesmo a filmagem já é uma fonte de dados para você.

Hélio: - *É que eu pensei, orientador, é que nesse caso, fazer uma apostilinha vai dar trabalho pra mim, não vou falar que não, mas eu queria que fosse uma coisa vai e volta. Eu passo para o aluno.*

William: - Mas assim, o que teria nessa apostilinha?

Hélio: - *Aí é que tá, essa parte eu preciso sentar para elaborar. Nesse caso, pra ser elaborado de preferência individualmente, em relação, por exemplo, o que ele considera, como a gente está discutindo o modelo atômico de Dalton, as suas abrangências e limitações. Imagino nesse sentido. E eu penso também alguma coisa em relação, a ideia de modelagem (DADOS DE PESQUISA).*

Com o questionamento, o professor Hélio é levado a pensar seu instrumento de avaliação e propõe um instrumento que estaria mais articulado com a ideia do EFM (critério de análise A7), pois avaliaria as fases da modelagem de forma mais contínua. Além disso, é possível observar que faz ligação entre sua avaliação e o objetivo específico da SD1, ao propor avaliar o entendimento sobre limitações e abrangências do modelo de Dalton.

O critério A8 do quadro análise da UDM foi discutido na reunião quando o professor estava apresentando o momento de expressão do modelo mental do EFM. O professor propôs papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados e tinta como recursos didáticos para a expressão do modelo mental. Em relação a esses materiais, o orientador William questionou:

**Trecho IV: William:** - Será que fornece o material ... você já não está induzindo o modelo deles? A esfera de isopor.

**Hélio:** - *Massa de modelar, esfera de isopor, papel, lápis e outros materiais para a confecção dos modelos. Eu acho que eu direciono, acompanha a ideia, eu direciono quando eu dou apenas um único material. Quando eu ofereço ao aluno diversidade de materiais, diversidade para ele poder executar a construção do modelo dele, você não está direcionando.*

**William:** - Mas e a esfera de isopor? Por que você não daria um quadrado de isopor para ele recortar o quadro de isopor e pensar em uma esfera?

**Hélio:** - *Porque é mais fácil de você encontrar uma esfera de isopor na hora de comprar, do que um quadrado de isopor.*

**William:** - Não, só estou falando que você já está dando uma esfera. Entendeu? E isso direciona.

**Hélio:** - *Então tirar a esfera de isopor?*

**William:** - Não sei, eu acho que seria melhor ficar com os desenhos.

**Hélio:** - *É, melhor só os desenhos, e a pessoa explica o que é o desenho (DADOS DE PESQUISA).*

A discussão está centrada no fato de que, na modelagem, são os alunos que devem propor o modelo. Ao apresentar uma esfera pronta, o professor poderia induzir os alunos a inferirem que o átomo é esférico, por exemplo. A problemática é que os alunos devem chegar na conclusão do átomo esférico por meio de dados experimentais e com informações prévias, sem influência direta do professor para privilegiar a escolha.

O Trecho IV mostra a importância de as reflexões da reunião de orientação para o professor relacionar a atividade da modelagem com os recursos didáticos. Importante destacar que, apesar de ter concordado, o professor não realizou a mudança sugerida na UDM da intervenção.

O critério de avaliação A9, do Quadro 27, tem o intuito de avaliar se o professor consegue entender a importância de considerar que o tempo total de aula não pode ser tido como parâmetro apenas trabalhar diretamente o conteúdo. É necessário considerar que atividades que não estão ligadas diretamente ao ensino do conteúdo fazem parte desse tempo disponível. Apesar de isso não ser considerado nas versões analisadas da UDM, durante a discussão com seu orientador (Trecho V), o professor demonstra ter consciência desse fato, apesar de propor ignorá-lo.

**Trecho V:** William: - Você vai estar na 1ª aula? A aula é dupla?

Hélio: - Não, separado. Então, se tiver o local pronto para receber os alunos com as caixas já previamente preparadas, fechadinhas, bonitinho, eu esqueço de fazer chamada qualquer coisa e pego com alguém, estou imaginando os gargalos de tempo, porque não aparenta, você fazer chamada toma um tempo considerável. Então, deixando as caixas prontas todas, fazendo a organização dos grupos, pedindo duas coisas: eu posso montar o grupo ou pedir para eles formarem os grupos ao bel prazer, ao bel prazer é mais rápido.

William: - Eles já viriam para a 2ª aula com os grupos prontos?

Hélio: - Às vezes, eu já posso fala na 1ª aula para vir com os grupos prontos (DADOS DE PESQUISA).

As reuniões de orientação também apresentaram momentos férteis para a articulação entre os elementos do planejamento e a abordagem metodológica. Exemplos disso são os Trechos VI, VII e VIII, nos quais o professor faz uma reflexão sobre a adequação do conteúdo com a abordagem metodológica, critério B1.

No Trecho VI, o professor Hélio conta como ele faria caso os alunos não conseguissem chegar a um modelo que se aproximasse da proposta curricular cientificamente correta:

**Trecho VI:** William: - Vamos supor que surjam modelos que não conseguem se aproximar do modelo consensual da Ciência. Como que você vai fazer?

Hélio: - Nesse caso, que é a parte que eu teria sim de ver a produção de cada um dos grupos, aproveitando o trabalho que eles desenvolveram e mostrando(...) aproveitando o que eles fizeram junto tentando estabelecer um diálogo, as inadequações de cada um deles e o motivo de que não poderia ser. E aí tentar levá-los para qual realmente seria a representação tomada como adequada para o modelo atômico de Thomson (DADOS DE PESQUISA).

A proposta feita pelo professor para o caso de os alunos não conseguirem se aproximar do modelo curricular que se pretende ensinar não está exatamente de acordo com o que propõe Justi (2006) para o EFM. Segundo a autora, nessa situação, o professor deve apresentar o modelo curricular como uma alternativa e compará-lo com os modelos produzidos (JUSTI, 2006). Apesar de o professor sugerir um momento de discussão dos modelos dos alunos, ele não propõe apresentar o modelo curricular de Thomson como uma alternativa e discuti-lo frente aos modelos apresentados pelos alunos.

No Trecho VII pode-se observar outro momento de articulação dos conteúdos com a abordagem metodológica. Quando questionado como seria feita umas das fases da modelagem, que é a explicitação das limitações do modelo de Rutherford para introduzir a necessidade do modelo de Bohr, o professor faz a seguinte comentário:

**Trecho VII Hélio:** - *Essa parte mesmo de mostrar a falha dele é mais teórica. E mais abstrata até que as outras propriamente ditas, porque eu acredito que seja realmente a gente começa acordando que a grande falha dele é não explicar esse movimento dos elétrons propriamente dito, de maneira que ele não tenha perda de energia e o átomo continue a existir. Então, até mesmo seria esse a grande falha.*

**William:** - Então, nesse caso você teria que fazer uma aula expositiva e dialogada?

**Hélio:** - *Essa parte é expositiva e dialogada. E nessa parte expositiva e dialoga mostrar aos alunos consequências, como é que o pessoal sabia que aquela parte do Rutherford era falha? Porque o pessoal tinha as linhas descontínuas que acabaram observando que existia.*

[...]

**William:** - Não, não, perfeito, mas aí é outro movimento. Você vai dar todas as evidências experimentais para eles formularem o modelo. Inclusive eu estou curioso, porque esse vai ser o mais difícil.

**Hélio:** - *Na verdade, eu estou pensando nesse carinha a bastante tempo, porque ele não é sutil, ele é bem teórico. Tanto que eu imaginei que pra romper com ele é só uma fundamentação teórica mesmo. É, uma apresentação multimídia apontando os pontos falhos do modelo atômico dele que aí tem um espectro contínuo e, na verdade, há várias imagens que a gente pode achar facilmente mostrando que eles mostravam que os elementos químicos, na verdade, tinham o espectro descontínuo, ou seja, era para ser contínuo e está descontínuo. Isso daqui já está sendo uma coisa contra. E quando você está falando da energia do elétron, sempre que eu estou falando da parte dele ter uma trajetória em espiral e cair no núcleo, eu sempre lembro os alunos que a energia do elétron é sempre dada pela distância do núcleo. E essa distância do elétron em relação ao núcleo vai dar a energia. Quanto mais afastado, menor a energia, quanto menos afastado, maior a energia. E, à medida que ele está se aproximando do núcleo, emite energia na forma de radiação luminosa que vai pegar todos os espectros de cores propriamente ditas (DADOS DE PESQUISA).*

A discussão nesse trecho é que, talvez, as evidências experimentais que podem mostrar as limitações do modelo de Rutherford e as pistas para modelar o modelo de Bohr não são intuitivas para alunos de 2º ano e, nesse caso, o processo da modelagem deveria ser mais guiado e controlado. No decorrer dessas discussões, o professor Hélio e o orientador William concluem que:

**Trecho VIII:** Hélio: - Na verdade, geralmente, não é tão sutil, não é igual, mas a visão vai enxergar ele como um semelhante de Rutherford. E o que acontece é que eles têm que ter a visão que vão ter órbitas estacionárias e circulares. E não é exatamente a mesma coisa de que ter o Rutherford com suas orbitas que vão ser nada estacionárias.

William: - Eu acho que é assim: a grande sacada é a proposição de órbitas estacionárias, certo? Que essas órbitas estacionárias têm uma energia definida, que é múltipla de um número quântico inteiro, que a radiação dos elétrons se dá pela diferença de energia entre as órbitas, certo? Poderia usar isso com uma linguagem mais adaptada ao seu público. [...] então, vamos só retomar. Para o Bohr, que é bem mais complexo, você faria a 1ª etapa de colocar o modelo de Rutherford em xeque. Disso vem a necessidade de um novo modelo, então você vai apresentar o Bohr e vai trazer os dados experimentais que tinham à disposição, se você quiser até fazer de uma maneira demonstrativa, teste de chama, isso ajuda a ficar mais bacana a aula e mostrar que tem coisas diferentes, só que eles precisariam chegar nessas evidências experimentais importantes: 1º que o elétron não caiu no núcleo. O átomo não entra em colapso. 2º que a radiação ... os espectros dos elementos são descontínuos, e pode usar o do hidrogênio como principal exemplo para trabalhar com os alunos. E os dados mais concretos de teste de chama, que o modelo de Rutherford não dá conta de explicar [...] você fala dos postulados, desse 3 ou 4 postulados principais - em uma linguagem bem mais adaptada para eles e menos matematizada - com esses postulados eles precisariam explicar os dados experimentais e formulariam o desenho do átomo de Bohr. Claro, já está dando um pouco mais de dados. Eles não vão modelar todo o processo, mas acho que fica mais factível (DADOS DE PESQUISA).

Nos Trechos VII e VIII aparecem, ainda, movimentos de articulação entre as estratégias didáticas e a abordagem metodológica, critério B5. Em outros momentos da reunião, o critério B5 é discutido. No Trecho IX o professor Hélio mostra uma articulação interessante entre as estratégias didáticas e a abordagem metodológica, ao propor que se faça uma adaptação em um vídeo que ele pretende usar, para não ferir os princípios do EFM:

**Trecho IX:** William: - O que você estava pensando aqui na primeira parte da aula expositiva e dialogada?

Hélio: - Falar um pouquinho de Thomson, a importância dele, a contradição de ele ter feito muito, mas encontra-se em notas de rodapé dos livros, não dando um notório conhecimento em relação a ele. E na sequência tem um vídeo muito interessante da própria UNESP, que mostra a parte do experimento, tudo certinho. Agora esqueci o nome do vídeo. Acho que ele deve ter 10 minutos, só que eu preciso fazer uma edição pra retirar do final, o átomo de Thomson, que ele joga no final.

William: - Ele mostra um modelo?

Hélio: - Exatamente. Que aí seria contraproducente, né? (DADOS DE PESQUISA).

O professor mostra ter um dos fundamentos do EFM que é os alunos proporem o modelo explicativo (Quadro 29). No vídeo em questão, apareceria um modelo durante a explicação e isso contraria os princípios da abordagem metodológica.

Outro momento em que o professor articula a estratégia didática com o EFM está no Trecho X. O professor está articulando as ideias da atividade chamada de “caixa misteriosa” com os princípios da modelagem. Na atividade da “caixa fechada” o professor disponibiliza para os alunos caixas seladas com vários materiais dentro, a ideia é que os alunos modelem o que tem dentro da caixa, sem abri-la.

**Trecho X:** Hélio: - E nesse caso, uma das coisas que eu achei legal é que não abre a caixa. Ele não quer que abra a caixa no final do processo, porque você fundamenta aquela ideia que quando você tem a parte, a parte exp-

William: - Modelar quando você não tem acesso (...) direto ao fenômeno.

Hélio: - Exatamente, sem contar que também é ciência. É uma situação própria do trabalho do científico, porque o cientista, quando está fazendo um trabalho de faz-, de ter um conhecimento abstrato, que você não tem acesso é uma caixa mesmo fechada (DADOS DE PESQUISA).

O professor Hélio, nesse trecho, discute a possibilidade de utilizar a “caixa misteriosa” para discutir um importante aspecto da modelagem científica, que é modelar um fenômeno de forma abstrata sem, muitas vezes, ter acesso direto aos processos e fenômeno que ocorrem.

No Trecho XI aparece outra articulação entre as atividades propostas e a abordagem metodológica. Nesse momento, o professor Héliio e seu orientador discutem sobre as atividades previstas para a SD1, as atividades de modelagem do modelo de Dalton e a “caixa misteriosa”.

**Trecho XI: William:** - Por que essa ordem aqui, professor Héliio, começar com o modelo de Dalton e depois fazer a atividade prática da caixa misteriosa? O que você acha? Qual foi sua decisão?

**Héliio:** - Nesse caso, eu acho que eu pautei minha decisão mais na prática comum nossa de começar pelo conteúdo mesmo, eu pensei nisso, de uma maneira simplista. Mas se eu começo pela 2ª aula sendo a 1ª e a 1ª sendo a 2ª, não ficaria um coisa ruim também. E, na verdade, até acabaria dando mais tempo para eu poder fazer o desenvolvimento dos modelos atômicos e modelagem, através da atividade da caixa e aí uma redução, qualquer coisa, do tempo do modelo atômico de Dalton. Poderia ser.

**William:** - É, porque eu fico pensando assim, não sei o que você acha. Lembre-se sempre que é a sua autonomia aqui, você que é o autor. Se eles não tiverem o conceito de modelo que é o conceito que você quer trabalhar de fato, será que eles vão entender o modelo atômico de Dalton como um modelo nessa perspectiva que você vai trabalhar? Para achar limites e abrangências desse modelo? Porque se eles tiverem uma ideia, vamos dizer assim, bastante ingênua de natureza da ciência, eles vão dizer assim: "um cientista propôs, está certo, quem sou eu para questionar". Só para trazer o questionamento.

**Héliio:** - Questionamento válido. Eu pensei, que depois tendo esse trabalho desenvolvido ficaria fácil deles tentar fazer uma ponte para eles entenderem o modelo atômico de Dalton e, porque o modelo atômico de Dalton é um modelo. Então, na verdade eu pensei em fazer essa intervenção assim. Só que, é o que eu falo, se começar pela parte de atividade da caixa misteriosa, na verdade, ela também não vai trazer prejuízo ao alterar a sequência, no meu ver. Na verdade ela até ajuda a dinamizar o tempo na minha opinião, porque eu faço as atividades da caixa misteriosa, penso que eu vou precisar de pega um pouquinho de tempo da aula subsequente, mas nesse caso eu reduzo o tempo, realmente, da aula expositivo e dialogada, envolvendo o modelo atômico de Dalton. Isso não vai prejudicar em termos de aprendizagem, acredito eu, a gente tentando fazer essa ligação entre a parte da caixa misteriosa com a concepção de modelo. E aí realmente a fundamentação do modelo atômico de Dalton que levou ele a ter essa concepção desse jeito aqui. Então, na verdade eu acho que não é ruim não, ao contrário, é bom (DADOS DE PESQUISA).

O Trecho XI mostra uma discussão sobre a sequência de atividades que previstas para a SD1. O professor Héliio propôs começar com a modelagem do modelo atômico de Dalton e só depois trabalhar com o conceito de modelo científico na atividade da “caixa misteriosa”. O orientador instigou o professor a justificar essa



sequência de atividades. A discussão em relação à sequência das atividades, no entanto, não resultou em uma mudança efetiva na UDM da intervenção.

Por fim, um último momento importante para se destacar das reuniões de orientação são as discussões relacionadas ao critério B2 de análise. Ao ser questionado de como funcionaria o processo de ensino e aprendizagem do conceito de modelo, que é essencial para o EFM, o professor mostra uma preocupação em levantar as concepções prévias dos alunos:

**Trecho XII:** *Héllio: - [...] eu fiz essa pergunta para fazer o levantamento, do que? De um conhecimento.*

*William: - Das concepções prévias deles?*

*Héllio: - Exatamente. Eu passo dando uma olhadinha bonitinha, como manda o figurino. [...] e, dentro dessa parte aqui, aproveitando as concepções prévias, eu estava querendo pegar, uma apresentação aqui de slides, apesar de não ter colocado nada disso aqui, para poder dar uma noção, realmente, mais fundamentada do que seria modelo. [...] E aí, essa parte aqui que eu coloquei para eles darem-, é ficou a ruim a impressão. Classificar os sistemas abaixo quanto a representarem ou não modelos. Então, é para eles tentarem fazer, afinal de contas, esses exemplos aqui listados são modelos ou não? Para eles verem a dificuldade da compreensão, do texto e do conceito (DADOS DE PESQUISA).*

Todos esses momentos de reflexão coletiva entre o professor Héllio e seu orientador de mestrado influenciaram diretamente na melhoria da qualidade na articulação dos vários elementos do planejamento no modelo da UDM, evidenciados no bloco anterior, pois o professor Héllio é levado a refletir sobre suas escolhas e a defender sua perspectiva de forma fundamentada. Apesar disso, alguns momentos importantes de discussão apresentados aqui não surtiram diferenças efetivas na UDM da intervenção, a se citar os Trechos IV, V e XI. Os motivos para não ocorrer essas mudanças podem ser diversos, desde o professor não ter se convencido da importância desses aspectos, até falta de tempo, já que a investigação está focada em um professor com um grande número de aula atribuídas.

Em síntese, esse grande bloco de análises, o bloco do planejamento (4.3.1), explicitou que a primeira versão elaborada da UDM foi desenvolvida apresentando grande articulação e coerência entre os elementos do planejamento e entre esses e a abordagem metodológica. Dos 15 critérios examinados (Quadro 27), 10 foram considerados adequados, ou seja, pode-se constatar um articulação harmoniosa do

planejamento com o contexto; do conteúdo com as orientações curriculares oficiais; dos objetivos com os conteúdos e com a taxonomia de Bloom revisada; do planejamento com múltiplas estratégias didáticas; dos objetivos de aprendizagem com as estratégias didáticas; dos recursos didáticos e organização da sala de aula com as estratégias didáticas; da abordagem metodológica com os conteúdos, com as concepções alternativas e obstáculos epistemológicos, com objetivos geral e específicos e com estratégias didática.

As articulações parcialmente adequadas foram entre os instrumentos de avaliação e os objetivos; entre atividades propostas com a abordagem metodológica; e entre as estratégias de avaliação com a abordagem metodológica. Pontos considerados inadequados foram as inter-relações entre as dimensões processo cognitivo e conhecimento dos objetivos gerais e específicos e a articulação do tempo proposto com as atividades planejadas.

Após o movimento de planejamento do professor Hélio, foram realizadas 2 reuniões com seu orientador William. As reflexões oriundas dessas reuniões, geraram mudanças importantes na UDM da intervenção, dentre elas: uma mudança no objetivo específico da SD5 (Trechos I e II) e uma alteração na relação entre o instrumento de avaliação e o objetivo específico da SD1 (Trecho III). Pode-se, ainda, identificar trechos que discutiram, a luz da teoria, como seriam algumas atividades que refletem no refinamento das ideias nos critérios B1 (Trecho VII), B2 (Trecho XII) e B5 (Trechos VIII, IX, X e XI).

Para mais, apesar de não ter causado impacto direto e formalizado na UDM da intervenção, pode-se observar momentos de discussões entre a articulação dos recursos didáticos e organização da sala de aula com as estratégias didáticas (Trecho IV) e em relação ao tempo destinado a atividades que não estão diretamente ligadas ao conteúdo (Trecho V). Foi debatido, por fim, a sequência das atividades do modelo atômico de Dalton e da “caixa misteriosa” (Trecho VI) e da discussão dos modelos atômicos propostos pelos alunos em relação ao modelo atômico curricular (Trecho XI).

Assim, a análise dos dados até este ponto sugere que os momentos de reflexão coletiva do professor Hélio com seu orientador William, somadas aos indícios de aprofundamento em relação as fontes do conhecimento profissional desejável, culminaram em uma articulação mais complexa e refinada entre vários elementos do planejamento didático-pedagógico e entre estes e a abordagem metodológica. Fica o

destaque aqui para a importância do professor formador (orientador William) para o aprofundamento teórico sobre o EFM e as articulações dos vários elementos do planejamento didático-pedagógico.

O próximo bloco de análises, intervenção didático-pedagógica, teve o intuito de ver essa versão da UDM da intervenção em movimento no dia a dia de sala de aula. Procurou-se observar a ação das tendências obstáculos durante essas aulas e momentos que podem sugerir os primeiros passos no sentido de superá-las.

#### **4.3.2 Intervenção didático-pedagógica da UDM – 2ºbloco**

##### **4.3.2.1. Análise das filmagens das aulas de aplicação**

Como dito anteriormente, a análise da intervenção didático-pedagógica se desenvolveu por meio do instrumento apresentado no Quadro 30. Para anonimizar as salas de aula da intervenção, optou-se por intitular as 4 salas como K, L, M e N (camadas eletrônicas postuladas para um átomo). Para proteger a identidade dos alunos, seus nomes foram substituídos por nomes de cientistas que, de alguma forma, colaboraram para o desenvolvimento da teoria atômica ou para pesquisas relacionada ao átomo, a se citar: Lord Kelvin (Sir William Thomson); Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld; Stefanie Horovitz; James Chadwick; Peter Higgs; Louis De Broglie; Ernest Marsden; Jean Baptiste Perrin; Lise Meitner; Irene Joliot-Curie; Cecilia Helena Payne-Goposchkin; Leona Harriet Woods; Katherine Way; Karl Wihelm Scheele; Martin Heinrich Klaproth.

Como apresentado na Figura 63, a análise foi desenvolvida em dimensões vertical e horizontal.

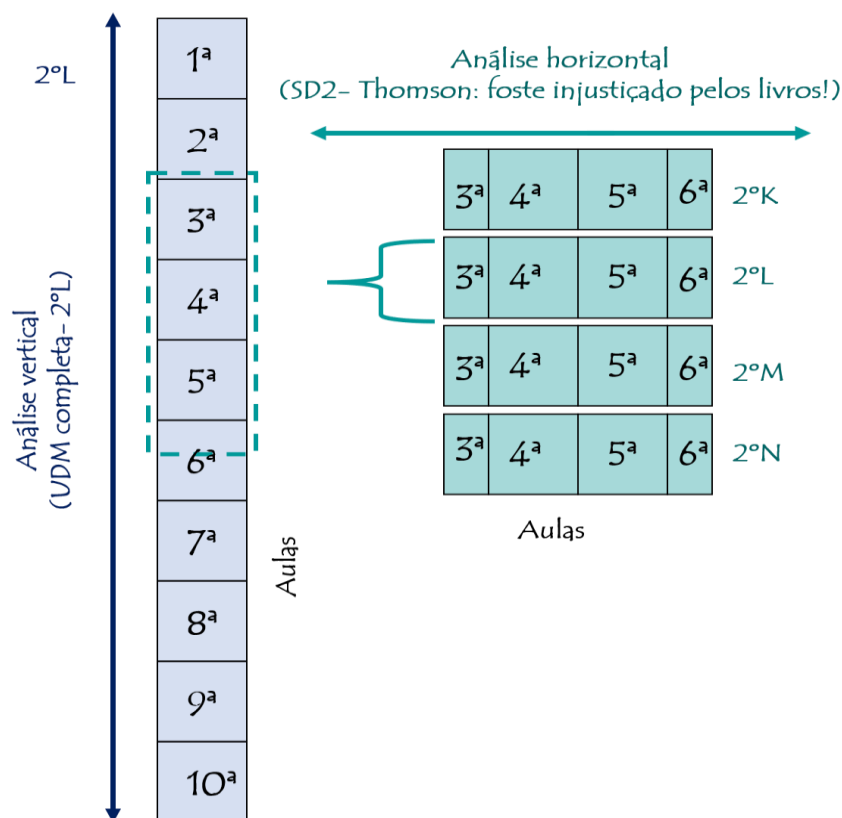


Figura 63. Configuração da análise dos vídeos de intervenção didático-pedagógica.

Fonte: elaboração própria.

Para a análise horizontal realizou-se um recorte para SD2 – “Thomson: foste injustiçado pelos livros!”. Esse recorte compreendeu parte da 3ª aula, 4ª aula inteira, 5ª aula inteira e metade da 6ª aula. Como início do recorte considerou-se o momento em que o professor apresenta as limitações do modelo atômico de Dalton, que introduz o modelo atômico de Thomson. O fim foi demarcado quando o professor trata das limitações no modelo de Thomson.

A escolha pela SD2 está atrelada ao fato de ser a 1ª SD que o professor Hélio declarou ter a intenção de utilizar todas as etapas do EFM para a temática de modelos atômicos. Para o modelo atômico de Dalton foi realizada apenas uma atividade de retomada do conteúdo trabalhado no 1º ano do ensino médio. Além disso, a escolha pela 1ª SD de intervenção com o EFM está baseada na tentativa de se observar como ocorre os contatos iniciais do professor na utilização da abordagem metodológica na prática. É interessante destacar que o professor declarou, em sua entrevista, que não teve contato com as premissas do EFM antes de iniciar o ciclo de implementação da UDM.

Para a análise vertical foi selecionada a intervenção didático-pedagógica da “UDM - Vamos modelar” como um todo, de 1 das 4 turmas de 2º ano. A princípio, partindo da mesma premissa da análise horizontal, a proposta era utilizar o primeiro contato do professor na intervenção com a UDM. No entanto, como a intervenção no 2º K foi atrapalhada pelo grande número de alunos que faltaram no começo das atividades com a UDM, optou-se por selecionar o 2º L, que foi a 2ª sala trabalhada. Como pode ser visto no esquema da Figura 64, a 1ª aula do 2ºL acontece no mesmo dia da 1ª e 2ª aula do 2ºK. A 2ª aula do 2ºL acontece no dia seguinte.

| Terças-feiras<br>(12/02; 19/02;<br>26/02; 12/03) | Quartas-feiras<br>(13/02; 20/02;<br>27/02; 13/03) | Quintas-feiras<br>(14/02; 21/02;<br>28/02; 14/03) | Sextas-feiras<br>(15/02; 22/02;<br>01/03; 15/03) |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 2ºK<br>2ºL<br>2ºK                                | 2ºN<br>2ºL<br>2ºM                                 | 2ºM                                               | 2ºN                                              |
| Terça-feira<br>(19/03)                           | Quarta-feira<br>(20/03)                           | Quinta-feira<br>(21/03)                           | Sexta-feira<br>(22/03)                           |
| 2ºK<br>2ºL<br>2ºK                                | 2ºL<br>2ºM                                        | 2ºM                                               | 2ºN                                              |
| Terça-feira<br>(26/03)                           | Quarta-feira<br>(27/03)                           |                                                   |                                                  |
| 2ºK                                              | 2ºN                                               |                                                   |                                                  |

Figura 64. Detalhamento da análise horizontal.

Fonte: elaboração própria.

Em relação ao esquema da Figura 64, alguns pontos devem ser considerados. O professor Hélio gastou 10 aulas para a intervenção em 3 salas e em 1 sala utilizou 11 aulas. Esses dados apresentados na figura não consideram a aplicação da prova tradicional, que ocorreu em outra aula posterior e não foi analisada para os propósitos desta pesquisa. Assim, foram utilizadas 11 aulas para a intervenção em 3 salas e 12 aulas para 1 sala (2ºK). Conforme apresentado na análise da UDM da intervenção (ANEXO C), o planejado considerava 9 aulas. Surge, portanto, um distanciamento entre o planejado e o executado.

Outro ponto importante da Figura 64 é que a sala do 2ºN não houve a 10ª aula no dia 20 de março, porque nesse horário houve atividades programadas da escola, sendo esta repostada no dia 27 de março.

As análises vertical e horizontal da intervenção didático-pedagógica estão apresentadas em 3 grandes blocos: 1º) discussão da 1ª, 2ª e parte da 3ª aula do 2ºL (parte da análise vertical – UDM completa do 2ºL); 2º) discussão de parte da 3ª, 4ª, 5ª e parte da 6ª aula das 4 salas de 2º ano (análise horizontal – SD2); 3º) retomada da análise vertical do 2ºL, parte da 6ª, 7ª, 8ª, 9ª e 10ª aulas (UDM completa do 2ºL).

➤ *1º bloco: Análise vertical – parte inicial da intervenção didático -pedagógica no 2ºL.*

No Quadro 45 é exposto, com detalhes, todas as atividades desenvolvidas, o tempo gasto, assim como a ordem cronológica em que elas aconteceram no 2ºL. As próximas discussões realizadas neste texto não tratam todas as atividades individualmente, são enfocados apenas os momentos em que aparecem algum vestígio da ação das tendências-obstáculos no trabalho do professor e momentos em se apresenta algum indício de se avançar em relação a sua superação parcial dessas (fundamentado no Quadro 30).

Quadro 45. Detalhes das atividades desenvolvidas na 1ª parte da intervenção didático-pedagógica - análise vertical (2ºL).

| <b>Aula</b> | <b>Atividade desenvolvida em ordem cronológica</b>                                                                  | <b>Tempo aproximado</b> |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1ª          | Levantamento da concepção dos alunos de modelo de forma escrita e apresentação oral da concepção inicial de modelo. | 12 min                  |
|             | Aula expositiva e dialogada sobre a concepção de modelo científico e modelagem.                                     | 11 min 20 s             |
|             | Atividade prática da “caixa misteriosa”.                                                                            | 20 min 30 s             |
| 2ª          | Discussão da atividade da “caixa misteriosa”.                                                                       | 22 min                  |
|             | Aula expositiva e dialogada das leis de Lavoisier, de Proust e de Dalton <sup>76</sup> ).                           | 10 min                  |
|             | Trabalho em grupos (propostas <sup>77</sup> da teoria atômica de Dalton que explicam as leis ponderais).            | 7 min                   |
| Parte da 3ª | Discussão sobre a atividade de relacionar proposições do modelo atômico de Dalton com as leis ponderais.            | 12 min                  |

Fonte: elaboração própria.

Comparando o Quadro 45 com a UDM da intervenção (ANEXO C), pode-se notar uma mudança do planejado em relação ao desenvolvido em sala de aula. Na UDM da intervenção estava previsto trabalhar com o modelo atômico de Dalton na 1ª aula e a atividade da “caixa misteriosa” na 2ª aula. No entanto, na intervenção foi realizada uma inversão na ordem das atividades. Interessante, que apesar de não formalizado expressamente na UDM, essa inversão foi discutida pelo professor Héllio e seu orientador William em uma reunião (Trecho XI).

Em uma visão de planejamento didático-pedagógico dinâmico e flexível, esse tipo de mudança é normal e deve acontecer sempre que necessário. Contudo, os acontecimentos acabam explicitando uma certa indecisão do professor Héllio em

<sup>76</sup> Lei de Lavoisier ou lei da conservação das massas: “Num sistema a massa total permanece constante independente das reações químicas que nele se processam” (ROZENBERG, 2002, p.32). Lei de Proust ou lei das proporções constantes: “Existe uma razão constante entre as massas de duas (ou mais) substâncias dadas que reagem entre si para originar um determinado produto” (ROZENBERG, 2002, p. 34). Lei de Dalton ou lei das proporções múltiplas: “Existe uma razão de números inteiros e pequenos entre as diferentes massas de uma substância  $S_1$  que, separadamente, reagem com a mesma massa de outra substância  $S_2$ ” (ROZENBERG, 2002, p. 37).

<sup>77</sup> “a) toda e qualquer porção de matéria é constituída por pequeníssimos corpúsculos indivisíveis e indestrutíveis -os átomos- que mantêm sua individualidade em todas as transformações químicas; b) os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos entre si e têm, em particular, a mesma massa; quando unidos constituem os átomos de uma substância simples; c) os átomos de elementos distintos diferem uns dos outros, pela sua massa e demais propriedades, tais como a forma e as dimensões; unidos, constituem os átomos de substâncias compostas; d) a união de átomos de elementos diferentes, para a formação de átomos compostos, se dá em relações numéricas simples (1:1; 1:2; 1: 3; 2:3 e etc.)” (ROZENBERG, p. 46 – 47).

relação à sequência de atividades a serem desenvolvidas para favorecer o processo de ensino e aprendizagem.

Na primeira versão da UDM a atividade da “caixa misteriosa” foi planejada para ser desenvolvida depois do momento de relembrar o modelo atômico de Dalton. Nas discussões, o professor Hélió e o orientador William (Trecho XI) chegaram a um consenso de que seria mais adequado fazer essa atividade no início. Apesar disso, na versão da intervenção da UDM, o professor resolveu manter a mesma sequência da primeira versão. Na prática real de sala de aula, no entanto, o professor iniciou a UDM com a atividade da “caixa misteriosa”. Toda essa indecisão do professor pode ser reflexo de um problema na articulação dos elementos do planejamento apontado na subseção 4.3.1.1. Como discutido, o objetivo específico da SD1 não contemplava a finalidade da dinâmica da “caixa misteriosa” e, portanto, essa falta de uma função clara e explícita pode ter causado essa confusão em Hélió e ter comprometido os efeitos positivos dessa atividade para o processo de ensino e aprendizagem.

A “caixa misteriosa”, segundo o professor Hélió, foi inspirada na atividade da “caixa fechada” desenvolvida na dissertação de mestrado de Alves (2012). A “caixa fechada” foi utilizada pelo autor com professores em formação continuada e consistia em produzirem modelos para explicar quais objetos estão dentro de uma caixa inviolável, utilizando recursos como som, ímãs, uma bacia com água, entre outros. O propósito era propiciar a vivência dos passos da modelagem apresentadas na Figura 55 (ALVES, 2012).

A dinâmica da “caixa misteriosa”, desenvolvida pelo professor Hélió, pode ser dividida em 4 grandes momentos, retratados na Figura 65.





Figura 65. Momentos da dinâmica da atividade da caixa misteriosa no 2ºL. A) ação de levantar a caixa; B) ação de chacoalhar a caixa; C) utilização do ímã na caixa; D) discussão da atividade.

Fonte: dados de pesquisa.

No início foi narrada uma história de introdução e os alunos foram orientados a levantar evidências e apresentar uma hipótese do objeto presente dentro da caixa, apenas com a ação de levá-la (momento A). O trecho a seguir é a transcrição desse momento:

**Trecho XIII: Hélio:** - [...] nós estamos agora no reino de Roqueford e, nesse reino, temos grandes cientistas. Esses cientistas desenvolveram um método para ver dentro da caixa, porque ninguém conseguia ver dentro da caixa. Eles tentaram abrir a caixa? Tentaram. Mas conseguiram? Não. A película que a envolve era indestrutível. Eles conseguiam abrir essa caixa? Não conseguiam. Mas a curiosidade era grande, eles querem saber o que tem dentro da caixa. Então, 1º comando, 1º teste que eles fizeram para descobrir foi levantar a caixa. Pega a caixa e levanta. É levantar e não chacoalhar. É só levantar (DADOS DE PESQUISA).

Depois dos alunos anotarem as evidências coletadas com essa ação e sugerirem uma hipótese de objeto presente dentro da caixa, a atividade continuou (momento B):

**Trecho XIV:** *Héllio: - [...] se vocês pararem para pensar, a ideia da gente determina o modelo atômico ou os modelos atômicos, que a gente tem vários, é mais ou menos uma ideia parecida com a da caixa. Com o passar do tempo a gente vai adquirindo informações, e a partir da aquisição de informações eles podem ir evoluindo. Agora pessoal, 2ª parte. Os cientistas de Roqueford decidiram, simplesmente, inventaram uma coisa chamada agitação. Então, podem pegar a caixa e agitar para todos os lados.*

*[...]*

*Pessoal, vocês não tiveram novas evidências agora? Então, a partir dessas novas evidências vocês têm mais informações ou menos informações que antes? Mais informações que antes. E como tem mais informações que antes, será que agora vocês conseguem ter um palpite melhor do que é o objeto? (DADOS DE PESQUISA).*

O processo se repetiu, os alunos anotaram as evidências e uma hipótese de objeto que está dentro da caixa. A atividade, então, prosseguiu (momento C):

**Trecho XV:** *Héllio: - [...] os cientistas de Roqueford descobriram algo importante, o atrator<sup>78</sup>. Eles descobriram uma substância nova e diferente que tinha propriedades de atração em relação a materiais ferromagnéticos. Eu estou passando para vocês esse atrator. [...] como manda o figurino e é super importante vocês receberam, no reino de Roqueford, um atrator. Agora, vocês vão pegar e usar esse material extremamente raro para testar a caixa. Pessoal, é para vocês usarem, podem usar.*

*[...]*

*vocês estão vendo que teve o ímã agora, não teve? O que aconteceu com a quantidade de informações, aumentou ou diminuiu? Aumentou, porque o ímã ajudou a eliminar algumas opções ou aumentar algumas possibilidades. Então pessoal, que evidências vocês poderiam citar em relação a caixa? Agora pessoal, fazendo a última evidência e colocando a sua última hipótese (DADOS DE PESQUISA).*

O teste com o ímã foi o último momento da 1ª aula. No final os alunos deveriam ter anotado 3 evidências e 3 hipóteses. Na 2ª aula a atividade continuou (momento D). A retomada consistiu em os alunos contarem as evidências que foram coletadas e a hipótese produzida a partir de cada evidência. Um estrato demonstrativo dessa execução pode ser visto no trecho a seguir:

---

<sup>78</sup> O atrator é um nome dado pelo professor Héllio, dentro do enredo da história criada, para se referir a alguns ímãs de tamanhos e formas diferentes.

**Trecho XVI:** Hélio: - [...] que evidências usando o ímã você percebeu?

Kelvin: - Que quando a gente chegava perto com o ímã e via se grudava, ele não grudava. Então, a gente achou que não era alguma coisa metálica, porque não era atraída pelo ímã.

[....]

Hélio: - Arnold, ao fazer o teste com o ímã, que informações você acabou obtendo?

Arnold: - Que ele pegava só uma parte do objeto que estava dentro da caixa, então, a gente chutou que era uma chave de fenda (DADOS DE PESQUISA).

Como pode ser constatado no trecho de exemplo, os alunos obtiveram informações diferentes na experiência com o ímã, porque os ímãs não eram exatamente iguais para todos os grupos. O professor Hélio aproveitou esse fato para discutir as diferenças de equipamentos que podem ocorrer com grupos de pesquisa, que trabalham com recursos diferentes:

**Trecho XVII:** Hélio: - Eu gostaria que vocês observassem que os ímãs não são todos exatamente iguais, porque vamos falar a verdade pessoal, tem grupos de pesquisa que têm equipamentos de ponta, de ótima qualidade, e tem grupos de pesquisa que na hora que vão fazer certas observações têm um equipamento chinfrim. Então pessoal, vocês estão vendo que as diferenças em relação aos ímãs era para realmente mostra para vocês que as leituras que vocês vão fazer vai depender de leitura para leitura, de grupo para grupo, porque às vezes tem similaridade ou não de equipamentos. Isso pode não influenciar ou pode influenciar na leitura que vocês estão fazendo (DADOS DE PESQUISA).

Depois de vários alunos apresentarem suas evidências coletadas e hipóteses associadas, o exercício foi finalizado com a seguinte explanação:

**Trecho XVIII:** Hélio: - Quando você está falando, por exemplo, do átomo, você vê o que tem? Não, só que uma coisa que você está fazendo é tendo acesso as informações. Momentos tecnológicos diferentes, geraram informações diferentes. Não foi o que vocês viram? Então, no 1º conjunto tecnológico que vocês tinham, teve um grau de evidências, ajudou vocês a terem uma hipótese. Pode ser que não seja a melhor, mas ela era confirmada pelo aquilo que você tinha ou que pelo menos você acreditava. No 2º momento, você tinha outra hipótese. Por que? As informações que você tinha eram as mesmas? Não. As informações antigas foram descartadas? Não, continuaram sendo mantidas. Era leve e os tipos de barulho diferentes que acabavam fazendo. Eu descartei o 1º conjunto de informações? O 1º e 2º? Quando fui usar o ímã? Não. Além delas, eu tenho a informação se o material é de natureza magnética ou não, se é atraído ou não

*pelo ímã. Certo? Então, com esse conjunto de informações maior - da 1ª, da 2ª e da 3ª hipótese - a probabilidade de a pessoa chegar a uma conclusão do que tem dentro da caixa é muito maior. E quando nós estamos falando da parte relacionada a modelos atômicos pessoal, aí é que está a parte que eu acho que é muito interessante, a gente nunca tem certeza exatamente o que é que tem dentro da caixa. O átomo vai evoluindo com o passar do tempo, porque vai aumentando meu acesso a novas tecnologias que vão gerar novas informações que pode ajudar a explicar que nosso átomo precisa evoluir ou então não influência em nenhuma evolução dele propriamente dita (DADOS DE PESQUISA).*

Antes de passar para as discussões sobre o modelo atômico de Thomson um aluno questiona o professor Hélio do porquê a caixa não seria aberta. O professor Hélio responde que:

**Trecho XIX: Hélio:** - *Nesse caso, para vocês terem a noção que quando a gente está falando do átomo (...) é uma coisa que você vai enxergar? Não (DADOS DE PESQUISA).*

Ao comparar a sequência descritas acima com as etapas propostas na literatura para o EFM (Figura 57 e Quadro 29), pode-se perceber que a abordagem metodológica não foi desenvolvida adequadamente. As etapas de elaboração, expressão, teste e identificação de abrangências e limitações dos modelos foram desenvolvidas, porém não em sua plenitude.

Nos momentos A, B e C ocorreu a elaboração do modelo mental tendo como base um objetivo definido *a priori* e o levantamento de informações empíricas (etapa de elaboração). Ocorreu a expressão do modelo mental de forma escrita (etapa de expressão) e testes empíricos e reelaboração (etapa de teste). Também foi realizado o movimento de avaliar alcance, validade e limitações dos modelos (etapa de identificação de abrangências e limitações). Além disso, o professor procurou fazer analogias entre a atividade e o conteúdo de modelos atômicos.

O grande problema foi que não ocorreu a transição entre o modelo elaborado individualmente e as dinâmicas de negociação de modelos consensuais. Essa negociação de modelos consensuais dentro dos grupos e, posteriormente, com toda a sala de aula, são procedimentos riquíssimos da modelagem e podem ser entendidos como uma forma de simular o trabalho dos cientistas tentando convencer seus pares da validade de suas proposições (JUSTI; GILBERT, 2002; GILBERT; BOULTER; RUTHERFORD, 1998).

Na proposta do professor Hélio não houve o momento de criação individual do modelo mental. Além disso, o processo de socialização não envolveu a negociação de um modelo consensual.

A forma como a socialização foi realizada - professor pergunta e comenta, e os alunos apresentam o que escreveram - está muito mais voltado para abordagem metodológica na qual o professor é central nas atividades em sala de aula, do que a proposta do EFM em que o professor é um mediador do processo de discussão e construção coletiva (JUSTI, 2010; JUSTI, 2006). Ocorreu a apresentação dos modelos expressos, porém não houve discussão entre os alunos em relação à validade e à adoção de um modelo para toda a sala.

A partir dos trechos apresentados da transcrição, pode-se inferir que a atividade da “caixa misteriosa” foi empregada como uma forma de desenvolver a ideia: I) de que algumas coisas que são modeladas não podem ser acessadas diretamente para se confirmar a proposta; II) de que a aquisição de novas informações sobre um determinado fenômeno pode explicitar a necessidade de se modificar ou abandonar um modelo vigente; III) de se aliar evidências experimentais a hipóteses teóricas; IV) de que a informação que é levantada sobre um determinado fenômeno é influenciada pelo aparato tecnológico utilizado no estudo.

Assim, esse momento explicita a ação de uma tendência a conservação-adaptativa e rejeição à evolução construtiva (tendência-obstáculo 3), uma vez que, apesar de ser previsto um momento de socialização, na prática esse ficou extremamente centrado na figura do professor, distanciando-se das ideias centrais defendidas no EFM. Pode-se dizer, que o professor desenvolveu o trabalho em grupo em uma concepção simplificada na qual os alunos trabalham juntos e depois apresentam seus trabalhos. Esse tipo de trabalho em grupo não guarda referências com o EFM que envolve intenso trabalho de debate e negociação (Quadro 29). Houve, portanto, uma tendência a manter as práticas habituais em detrimento a uma atividade na qual os alunos são ativos e centrais no processo.

➤ *2º bloco: Análise horizontal - “Thomson: foste injustiçado pelos livros!”*

Na Quadro 46 é apresentado em ordem cronológica a sequência de atividades desenvolvidas nas 4 turmas no recorte horizontal, com o tempo gasto em cada uma.

Quadro 46. Detalhes das atividades desenvolvidas na intervenção didático-pedagógica - análise horizontal (SD2).

| <b>Sala</b> | <b>Aula</b> | <b>Atividade desenvolvida em ordem cronológica</b>                                                                                                                                                    | <b>Tempo aproximado</b> |
|-------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 2ºK         | Parte da 3ª | Aula expositiva e dialogado sobre ampola de William Crookes, raios catódicos, elétrons, relação carga/massa do elétron, raios canais e neutralidade da matéria. Explicação da atividade de modelagem. | 22 min                  |
|             |             | Grupos trabalhando (elaboração mental e expressão de um modelo atômico individual, debate e negociação dentro do grupo e proposição de um modelo consensual).                                         | 10 min                  |
|             | 4ª          | Explicação da atividade.                                                                                                                                                                              | 6 min                   |
|             |             | Atividade de testes, expressão e reelaboração do modelo (professor passando pelos grupos para auxiliar nos testes mentais).                                                                           | 25 min                  |
|             |             | Apresentação dos modelos consensuais de cada grupo.                                                                                                                                                   | 11 min                  |
|             | 5ª          | Apresentação dos modelos consensuais de cada grupo novamente.                                                                                                                                         | 22 min                  |
|             |             | Retomada do modelo da Dalton e apresentação do modelo curricular de Thomson pelo professor.                                                                                                           | 2 min                   |
|             |             | Alunos fazendo a atividade de comparar o modelo produzido com o modelo curricular de Thomson.                                                                                                         | 8 min                   |
|             |             | Retomada dos modelos atômicos de Dalton e Thomson. Apresentação do experimento de Rutherford sobre o espalhamento das partículas alfa.                                                                | 11 min                  |
|             | Parte da 6ª | Retomada dos modelos atômicos de Dalton e Thomson. Apresentação do experimento de Rutherford sobre o espalhamento de partículas alfa.                                                                 | 12 min                  |
| 2ºL         | Parte da 3ª | Aula expositiva e dialogado sobre ampola de William Crookes, raios catódicos, elétrons, relação carga/massa do elétron, raios canais e neutralidade da matéria. Explicação da atividade de modelagem. | 16 min                  |
|             |             | Grupos trabalhando (elaboração mental e expressão de um modelo atômico individual, debate e negociação dentro do grupo e proposição de um modelo consensual).                                         | 14 min                  |
|             | 4ª          | Explicação da atividade.                                                                                                                                                                              | 8 min                   |
|             |             | Atividade de testes, expressão e reelaboração do modelo (professor passando pelos grupos para auxiliar nos testes mentais).                                                                           | 23 min                  |
|             |             | Apresentação dos modelos consensuais de cada grupo.                                                                                                                                                   | 6 min                   |
|             | 5ª          | Distribuição do material de aprendizagem e apresentação da atividade.                                                                                                                                 | 12 min                  |
|             |             | Apresentação dos modelos consensuais de cada grupo novamente.                                                                                                                                         | 23 min                  |
|             |             | Retomada do modelo da Dalton e apresentação do modelo curricular de Thomson pelo professor.                                                                                                           | 9 min                   |
|             | Parte da 6ª | Retomada dos modelos atômicos de Dalton e Thomson. Apresentação do experimento de Rutherford sobre o espalhamento de partículas alfa.                                                                 | 14 min                  |

|     |             |                                                                                                                                                                                                       |        |
|-----|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 2ºM | Parte da 3ª | Aula expositiva e dialogado sobre ampola de William Crookes, raios catódicos, elétrons, relação carga/massa do elétron, raios canais e neutralidade da matéria. Explicação da atividade de modelagem. | 16 min |
|     |             | Grupos trabalhando (elaboração mental e expressão de um modelo atômico individual, debate e negociação dentro do grupo e proposição de um modelo consensual).                                         | 7 min  |
|     | 4ª          | Explicação da atividade.                                                                                                                                                                              | 9 min  |
|     |             | Elaboração do modelo consensual. Atividade de testes, expressão e reelaboração do modelo (professor passando pelos grupos para auxiliar nos testes mentais).                                          | 31 min |
|     | 5ª          | Retomada das informações experimentais que embasaram a elaboração dos modelos e explicação da atividade.                                                                                              | 12 min |
|     |             | Apresentação dos modelos consensuais de cada grupo.                                                                                                                                                   | 22 min |
|     |             | Alunos escrevendo individualmente a diferença do seu modelo para o demais modelos da sala.                                                                                                            | 3 min  |
|     |             | Retomada do modelo de Dalton e apresentação do modelo curricular de Thomson pelo professor.                                                                                                           | 4 min  |
|     |             | Alunos escrevendo individualmente uma comparação do seu modelo com o modelo curricular de Thomson.                                                                                                    | 2 min  |
|     | Parte da 6ª | Retomada dos modelos atômicos de Dalton e Thomson. Apresentação do experimento de Rutherford sobre o espalhamento das partículas alfa.                                                                | 16 min |
| 2ºN | Parte da 3ª | Aula expositiva e dialogado sobre ampola de William Crookes, raios catódicos, elétrons, relação carga/massa do elétron, raios canais e neutralidade da matéria. Explicação da atividade de modelagem. | 16 min |
|     |             | Grupos trabalhando (elaboração mental e expressão de um modelo atômico individual, debate e negociação dentro do grupo e proposição de um modelo consensual).                                         | 24 min |
|     | 4ª          | Explicação da atividade.                                                                                                                                                                              | 9 min  |
|     |             | Elaboração do modelo consensual. Atividade de testes, expressão e reelaboração do modelo (professor passando pelos grupos para auxiliar nos testes mentais).                                          | 33 min |
|     | 5ª          | Retomada das informações experimentais que embasaram a elaboração dos modelos e explicação da atividade.                                                                                              | 4 min  |
|     |             | Apresentação dos modelos consensuais de cada grupo.                                                                                                                                                   | 26 min |
|     |             | Alunos escrevendo individualmente a diferença dos seu modelo para o demais modelos da sala.                                                                                                           | 3 min  |
|     |             | Retomada do modelo da Dalton e apresentação do modelo curricular de Thomson pelo professor.                                                                                                           | 5 min  |
|     |             | Alunos escrevendo individualmente uma comparação do seu modelo com o modelo curricular de Thomson.                                                                                                    | 3 min  |
|     |             | Retomada dos modelos atômicos de Dalton e Thomson. Início da apresentação do experimento de Rutherford sobre o espalhamento das partículas alfa.                                                      | 6 min  |
|     | Parte da 6ª | Retomada dos modelos atômicos de Dalton e Thomson. Apresentação do experimento de Rutherford sobre o espalhamento das partículas alfa.                                                                | 15 min |

Fonte: elaborado com dados de pesquisa.

Seguindo a ordem cronológica, na qual a intervenção didático-pedagógica foi desenvolvida nas 4 salas (Figura 64), as análises iniciaram com o desenvolvimento



da SD2 - “*Thomson: foste injustiçado pelos livros!*” - no 2ºK. A sequência de atividades nessa SD está caracterizada na Quadro 46 e retratada nas imagens da Figura 66.



Figura 66. Momentos do EFM desenvolvidos 2ºK. A) aula expositiva e dialogada; B) modelagem em grupos; C) socialização dos modelos 4ª aula; D) socialização dos modelos 5ª aula.

Fonte: dados de pesquisa.

Em relação ao distanciamento entre o planejado e o executado, na UDM da intervenção (ANEXO C), o professor Hélio sugeriu como forma de trabalhar as limitações do modelo atômico de Dalton uma prática experimental demonstrativa e uma aula expositiva e dialogada. No entanto, durante as aulas do 2ºK não ocorreu a prática experimental demonstrativa.

Na aula expositiva e dialogada (momento A da Figura 66) foram trabalhados os conteúdos relacionados aos fenômenos elétricos da matéria, experimentos com as ampolas de Crookes, os raios catódicos, proposição teórica dos elétrons, o experimento que calculou a relação carga/massa do elétron e a neutralidade elétrica da matéria. Dos conteúdos declarados na UDM de implementação apenas os experimentos dos raios canais não foram discutidos.

Todas essas discussões, segundo o professor Hélio, foram desenvolvidas para gerar um conjunto de grandes evidências experimentais que serviram de base para os alunos modelarem seu átomo, sendo elas: I) a falta de elementos na teoria atômica de Dalton para explicar a corrente elétrica; II) a trajetória retilínea dos raios catódicos; III) a constatação da existência de partículas com massa dotadas de carga



negativas nos raios catódicos; IV) a constatação de que as partículas negativas eram pequenas quando comparadas ao átomo como um todo; V) a constatação da neutralidade elétrica da matéria.

Com as informações experimentais centrais, os alunos foram reunidos em grupo para iniciar as atividades de modelagem (momento B da Figura 66). Nesse momento, pode-se observar uma evolução no desenvolvimento do EFM quando comparado com momento de destaque da análise vertical do bloco anterior (2ºL). Para a SD2, o professor Héllio desenvolveu o 1º e 2º nível da fase de expressão da modelagem (Figura 57). Ou seja, um momento de construção individual do modelo e um de construção coletiva em busca de um modelo consensual. No trecho a seguir é apresentada uma parte da fala do professor durante a explicação dessas etapas:

**Trecho XX:** *Héllio: - [...] pessoal, em grupos, vocês vão expressar a ideia na forma de desenho, de como seria o átomo. Só que aqui, eu vou deixar claro, nesse vamos pensar, vocês vão ter ideias diferentes. Depois eu quero que dentro do grupo tenha as discussões para vocês fazerem os desenhos aqui iguais, os modelos, o que vocês acham que é o átomo.*

*[...] colocando a ideia inicial no papel. Como você acha que seria esse átomo? Aqui vocês vão poder divergir da ideia um do outro, tudo bem? Só que agora aqui eu vou querer que vocês tentem chegar em um consenso de como é que seria essa estrutura (DADOS DE PESQUISA).*

Essa nova dinâmica imposta pelo professor, que envolve debate e negociação de um modelo consensual, aproxima-se mais das premissas do EFM. Apesar de agora o professor ter desenvolvido com seus alunos o nível de elaboração individual, o 3º nível da etapa de expressão (defesa dos modelos consensuais para a toda a sala) não ocorre nessa etapa. Tendo desenvolvido o modelo consensual, os alunos partem para os testes mentais e reformulação do modelo (etapa de teste).

A etapa de elaboração dos modelos dentro dos grupos ocorreu em 2 aulas distintas (Quadro 46), no final da 3ª e no início da 4ª aula. No início da 4ª aula, ao retomar o conjunto de evidências-bases para a modelagem, o professor adicionou a discussão do experimento com os raios canais para determinar uma parte positiva para o átomo:

**Trecho XXI:** *Hélio: - [...] ao mesmo tempo que eles descobriram os raios catódicos, que eram os elétrons, eles descobriram algo chamado também de raios canais. E esses raios canais eram positivos. Só que a carga deles quando comparado com o resto, ou melhor, a massa dele quando comparado com o resto era muito maior. Então, cargas positivas grandes (DADOS DE PESQUISA).*

Da mesma forma como ocorreu na atividade da “caixa misteriosa”, do 2ºL, a socialização (momentos C e D) se desenvolveu com uma apresentação dos alunos e o professor proferindo perguntas sobre o modelo (Trecho XXII). A classe não participou dos questionamentos dos modelos e não houve a negociação de um modelo consensual.

**Trecho XXII:** *Hélio: - [...] James, por que você fez desse jeito?*

*James: - Porque eu achei que tinha mais sentido.*

*Hélio: - Por que tinha mais sentido?*

*James: - Porque o átomo é um negócio maciço, então faz mais sentido ele ser redondo.*

*Hélio: - Você achava que ele tinha que ser redondo por ser maciço. O que mais?*

*James: - Como ele é neutro, ele tinha que ter um certo nível de positivo e negativo.*

*Hélio: - Então, pessoal prestando atenção. Ele tinha que ter um certo nível, nesse caso o nível que você fala são cargas elétricas positivas e negativas?*

*James: - Certo.*

*Hélio: - Quem seriam as cargas elétricas? Quem seria as cargas elétricas negativas? Falei errado, perdão. Quem seriam as cargas elétricas negativas que você fez aí no seu desenho. Essa em verde?*

*James: - É o verdinho.*

*Hélio: - Exatamente, quem seria esses elétrons? Qual o nome dessa carga?*

*James: - Carga negativa.*

*Hélio: - Essa carga negativa qual o nome dela? É elétron.*

*James: - Elétron negativo.*

*Hélio: - Exatamente. E essa carga aqui positiva estaria envolta dessa carga positiva? Ou melhor, desculpe, essa carga positiva estaria envolta dos elétrons?*

*James: - Sim (DADOS DE PESQUISA).*

Na socialização, pode-se identificar, inclusive, momentos em que o professor aponta o problema no modelo dos alunos ao invés de trazer experimentos mentais

para que os alunos refletissem e encontrassem os problemas em suas propostas. No Trecho XXIII é exemplificado uma dessas passagens:

**Trecho XXIII:** *Hélio: - [...] O átomo seu vai ser uma esfera e este em vermelho seria onde estaria os elétrons e o em azul seria as cargas positivas. Certo? Pensando em relação ao modelo dos outros, você acha que seu átomo precisaria de alguma alteração? Quando estou falando dos elétrons aqui e das cargas positivas, você as fez com o mesmo tamanho. O elétron e a carga positiva têm o mesmo tamanho?*

*Peter: - Não.*

*Hélio: - As cargas positivas são muito maiores. Está vendo aí os problemas? Às vezes, já começou na hora de a gente pensar na carga (DADOS DE PESQUISA).*

Como pode ser constatado na Figura 66 e na Quadro 46 houve 2 momentos de socialização dos mesmos modelos, ambos com a mesma dinâmica descrita acima. A realização duplicada da socialização se deve, segundo o professor Hélio, a um problema identificado em seu planejamento em relação ao recurso didático a ser utilizado para apresentação dos modelos para todos os alunos. Inicialmente (momento C), a apresentação do desenho ocorreu com a própria folha do material de aprendizagem. Já na aula seguinte, o professor resolveu projetar os desenhos ampliados por meio de um retroprojetor (momento D). O Trecho XXIV se refere a uma fala do professor discutindo com os alunos sobre esse assunto:

**Trecho XXIV:** *Hélio: - [...] nós tínhamos um problema na última aula, qual era o problema? Ninguém enxergava nada com aquelas folhinhas, tanto que eu acabei digitalizando a imagem, usando o scanner mesmo, para que vocês pudessem enxergar o que cada grupo produziu, porque nós estamos fazendo uma etapa muito importante que é socialização desse conhecimento (DADOS DE PESQUISA).*

Segundo descrito no material de aprendizagem (anexo E), após esse momento de socialização os alunos deveriam refletir das diferenças de seu modelo quando comparado com os demais modelos da sala e decidir se o modelo era coerente para explicar as informações experimentais (2ª fase da etapa de teste). No entanto, na prática, o professor pulou essa atividade e apresentou o modelo curricular de Thomson. Devido a isso, como mostra o Trecho XXV, o professor teve que adaptar essa atividade:

**Trecho XXV:** *Hélio: - [...] agora eu gostaria que vocês vissem a última parte dessa folha 4 que eu passei. "Com a socialização das diversas concepções de modelos atômicos, proporcionado pelos mais diversos grupos, o modelo atômico proposto pelo seu grupo para o átomo de Thomson é coerente com as informações experimentais?" Pessoal, vamos só corrigir a perguntinha, com a socialização das mais diversas concepções de modelos atômicos proporcionado pelos mais diversos grupos e pelo modelo oficial, coloque aí, e pelo modelo oficial, o modelo atômico proposto pelo seu grupo para o átomo de Thomson é coerente com as informações experimentais? (DADOS DE PESQUISA).*

Importante salientar que essas respostas dos alunos não foram discutidas em sala de aula. Para a comparação entre o modelo consensual produzido pelo debate entre os alunos e o modelo curricular, Justi (2006) recomenda que se os modelos propostos não apresentarem os elementos importantes do modelo curricular, o professor deve apresentar o modelo curricular como uma alternativa e compará-lo com os modelos produzidos. Na prática, o professor Hélio apenas salientou o modelo construído que mais se aproximava do modelo curricular de Thomson:

**Trecho XXVI:** *Hélio: - [...] pessoal, quem chegou mais perto?*

*James: -Aquele do Erwin.*

*[...]*

*Hélio: -Fala Erwin. Você fez uma esfera, não é? Essa esfera era carregada positivamente ou negativamente? Fala.*

*Erwin: -Positivamente e negativamente.*

*Hélio: -Não, era carregada positivamente, a esfera. Não era? E quem é que estava grudado nessa esfera positiva?*

*Erwin: -Elétrons (DADOS DE PESQUISA).*

Como pode ser observado na Quadro 46, as atividades desenvolvidas na SD2 para o 2ºL são muito similares às atividades do 2ºK. Inclusive, o problema da apresentação dos modelos para toda a sala por meio de uma folha A4 se repetiu, como pode ser observado na Figura 67 A.



Figura 67. Momentos do EFM desenvolvidos 2ºL. A) apresentação dos grupos na 4ª aula; B) apresentação dos grupos na 5ª aula.

Fonte: dados de pesquisa.

A dinâmica da socialização em si também foi muito parecida com a do 2ºK, sendo uma apresentação dos alunos dos seus modelos e o professor centrava em si as discussões. O único a questionar os grupos durante a apresentação era Héllio. No Trecho XXVII é retratado a apresentação de um dos grupos.

**Trecho XXVII:** Héllio: - [...] explica como que é seu modelo Louis.

Louis: - Por fora é a massa positiva. Dentro é negativo para ficar meio aparente aqui. O átomo é esférico, segundo a teoria de Dalton. O átomo é neutro, pois possuem em sua estrutura cargas negativas, elétrons, e partículas positivas com suas cargas positivas seguindo a lei de atração de Coulomb.

Héllio: - Nesse caso vou fazer alguns questionamentos que não é para falar que está ruim, que está errado. É para poder pensar. Todo mundo pensar junto, tudo bem? Louis você colocou todas as cargas negativas dentro, não é? Lembra, cargas de mesmo sinal tem força de atração ou repulsão?

Louis: - Atração.

Héllio: - Não, repulsão. Lembra, que quando a gente está falando de cargas de sinais opostos, mais com menos, menos com mais, dentro da física da parte de elétrica, ela vai dar atração. Agora se for cargas iguais vai dar força de repulsão. Você acha que seria então uma boa ideia continuar com a ideia sua desse modelo? Ou você acha que ele deveria passar por uma remodelagem?

Louis: - Uma remodelagem.

Héllio: - Gostei da sua participação (DADOS DE PESQUISA).

Importante ressaltar que, conforme se pode constatar na Figura 64, a 3ª aula do 2ºL ocorre no mesmo dia da aula do 2ºK e a 4ª aula do 2ºL ocorreu um dia depois. Isso pode ajudar a explicar a semelhança entre as duas dinâmicas da intervenção. Para o 2ºL, nem todos os grupos conseguiram apresentar suas proposições na 4ª aula e, portanto, na 5ª aula, a atividade foi retomada, sendo que os grupos que apresentaram na 4ª aula, voltaram a explanar sobre seus modelos. A nova apresentação teve a mesma evolução observada no 2ºK, sendo que os alunos apresentaram com o recurso do projetor multimídia (Figura 67B).

No momento de apresentação dos grupos na 5ª aula ocorreu uma evolução muito grande da atividade em relação à interação com as premissas do EFM. O professor passou a estimular que os outros alunos da sala questionassem os modelos apresentados. A atividade de socialização deixou de ficar centrada no professor para ser uma atividade mais ativa envolvendo toda a sala. Logo no início da aula, antes de começar as apresentações, o professor expressou essa preocupação de mudança na socialização e estimulou os alunos a participarem, como pode ser visto no Trecho XXVIII.

**Trecho XXVIII:** *Hélio*: - [...] a intensão da socialização é essa parte de termos a divulgação do trabalho de cada um de vocês. E olhem, uma das coisas que vocês podem e devem fazer é questionar o modelo do seu amigo. Isso é ruim? Não, dentro do meio científico uma coisa comum que tem é o processo de questionar. E o processo de questionar ajuda-nos a realmente chegarmos a uma ideia mais coerente em relação ao nosso material de estudo propriamente dito, tudo bem? Então, observem esse detalhe que eu gostaria que vocês ficassem atentos e que vocês também se esforçassem em perceber (DADOS DE PESQUISA).

Com o incentivo do professor Hélio, os alunos começaram a participar das discussões, ainda que inicialmente de forma tímida (Trecho XXIX). Com o passar das apresentações, as discussões foram se tornando mais complexas e os debates começaram a evoluir naturalmente (Trecho XXX).

**Trecho XXIX:** *Hélio*: - [...] todos estão participando agora, não é apenas o professor, não. Você poderia explicar o seu modelo para nós, por favor?

*Stafanie*: - É, o modelo atômico é esférico e aqui fora tá representado os negativos, os elétrons. Eles estão em menor quantidade e aqui dentro tá sendo representada a carga positiva que são os íons (*trecho incompreensível*).

Hélio: - Os íons positivos estão em maior quantidade? Você falou isso né?

Stafanie: - Falei.

Hélio: - E fora estão quem?

Hélio: - Os elétrons.

Hélio: - São os elétrons, tá bom? E dessa maneira tendo quantidade, eles têm a mesma quantidade de carga elétricas ou as cargas elétricas elas estão se equilibrando?

Stafanie: - Sim.

Hélio: - Certinho. Pessoal, faz perguntas vocês também. É aquela coisa né, não vou fazer pergunta para não fazer pra mim depois né?

Ernest: - O que são os desenhos aqui?

Stafanie: - São os elétrons.

Ernest: - As cargas negativas?

Stafanie: - Sim (DADOS DE PESQUISA).

**Trecho XXX:** Lise: - Jean, você os fez dentro cada um no seu espacinho ali né? Aí, do lado da circunferência você sobrou uns triângulos, ficou como se estivesse um espaço entre eles, esse espaço ele ficaria tipo um vácuo, por se dizer assim? Não iria parecer que está dividindo a partícula.

Jean: - Não é como se eles passassem pela esfera aqui central.

Lise: - Então, ele iria ficar em movimento?

Jean: - Sim.

Lise: - Mas, aí contradiz também que Thomson concordou com o Dalton que o átomo era esférico.

Jean: - A gente resolveu mudar (DADOS DE PESQUISA).

A mudança de comportamento do professor na dinâmica da socialização do modelo para toda a classe gerou uma consequência interessante. O professor Hélio foi de um comportamento bastante centralizador para uma postura de não interferir na apresentação, mesmo em momentos em que uma correção importante poderia se fazer necessária. Como pode ser visto no Trecho XXIX, os alunos chamaram os prótons de íons positivos. Apesar de sentir a necessidade de fazer essa correção, como pode ser visto no Trecho XXXI, o professor parte para uma postura de não fazer juízo de valor no momento em que os alunos estão socializando, inclusive interrompe de forma abrupta sua explicação e ignora as concepções alternativas dos alunos (tendência-obstáculo 2 - “*tendência à simplificação e ao reducionismo*”).

**Trecho XXXI:** *Hélio: - [...] nesse caso, a gente falou que teve a formação dos raios canais de natureza positiva. Eu ainda não abordei a parte de íons. O que seria interessante aí-, bem vamos deixar o pessoal falar que professor spoiler<sup>79</sup> ninguém gosta, certo? (DADOS DE PESQUISA).*

A consequência é que essa postura acabou gerando um problema generalizado de vários alunos da sala chamarem os prótons de íons positivos. Ao terminar a apresentação dos grupos, no momento de apresentar o modelo curricular de Thomson, o professor tenta fazer essa correção. Na fala de uma das alunas é possível ver o efeito que gerou o fato de o termo não ser corrigido no mesmo momento, Trecho XXXII.

**Trecho XXXII:** *Hélio: - [...] E essas cargas negativas são quem? São os elétrons. Vão ser pequenas esferas negativas grudadas nessa esfera maior positiva, que seria o átomo. Vai ter aqui, nesse caso, surgindo alguma ideia de íon nesse momento? Não, eu acho que você se apropriou disso em alguma coisa que você leu fora da escola, da sala de aula.*

*(trecho incompreensível)*

*Irene: - É porque ela falou que as cargas positivas eram os íons e aí o professor concordou*

*Hélio: - Eu concordei que existe íons, certinho?*

*Irene: -Esse sinal de mais seria o íon?*

*Hélio: - Por enquanto, nós conhecemos os íons? Não. Aqui é uma outra história. Eu sei que agora, qual é o conhecimento que nós temos? Que tem o elétron e que esse elétron está vindo do átomo. Então, como esse elétron está vindo do átomo, quer dizer que o átomo vai ter alguma coisa positiva e o elétron vai ser o negativo. Meu átomo, como tem que ser eletricamente neutro, eu tenho que ter um equilíbrio entre as cargas elétricas positivas e negativas (DADOS DE PESQUISA).*

Essa confusão na postura de um professor mediador, com um professor que não pode interferir na atividade, ficou evidente em vários momentos da aula. Durante a apresentação dos grupos, o professor começava a fazer uma pergunta ou uma explicação pontual e parava sua fala na metade com a expressão “não, fica quieto”.

---

<sup>79</sup> O termo *spoiler* é uma gíria utilizada para se referir a alguém que estraga o momento de descoberta de outra pessoa sobre um filme, livro, série, entre outros, por antecipar a ocorrência de algum fato antes da pessoa ver ou ler.



Um último momento que pode ser ressaltado dessa 5ª aula, que sugere uma interpretação equivocada dos preceitos do EFM (tendência-obstáculo 3), é uma certa tentativa do professor em guiar os alunos no sentido de se aproximarem do modelo curricular aceito para Thomson, Trecho XXXIII. Como discutido na seção de descrição da abordagem metodológica do EFM, o importante é que os modelos produzidos pelos alunos se aliem com as informações experimentais e que cumpram os objetivos traçados previamente para a modelagem. Não necessariamente o modelo deve ter referência com o modelo curricular. Tem que se considerar que alunos de ensino médio não têm a mesma experiência, conhecimento, evidências experimentais e recursos que pesquisadores, como Thomson e sua equipe tinham, por exemplo. Então, os modelos dos alunos diferirem substancialmente da proposta de Thomson para o átomo é um resultado, muitas vezes, esperado e que não indicam um erro no desenvolvimento do EFM.

**Trecho XXXIII:** Cecília: -O que seria a força mecânica da natureza?

Leona: -A gente perguntou para o professor se a gente poderia fazer uma pilha. Ele falou que não, porque nem sempre vai ter uma pilha na natureza no chão assim, então, ele falou que era essa força.

Hélio: -Quando perguntou se fosse uma pilha é que eu falei, a pilha, nem sempre eu posso usar a ideia da pilha para fazer uma analogia para construção do modelo atômico. Geralmente pessoal, observe que, às vezes, na natureza tudo tende a algo simples, não a algo complicado. O formato de uma pilha seria muito complicado para ter a descrição, para ser usado como elemento para descrever a estrutura do modelo atômico. Foi nesse sentido que eu falei, tudo bem? (DADOS DE PESQUISA).

Para os 2º M e N a sequência de atividades foram muito parecidas com as atividades descrita para o 2ºL (Quadro 46). Nessas salas de aula o momento de socialização também contou com uma participação ativa dos alunos.

Alguns pontos podem ser destacados dessas intervenções. O 1º ponto é que houve mais uma evolução em relação à adequação das dinâmicas com os preceitos do EFM (Quadro 29 e Figura 57), se comparado à aula do 2ºL. Como apresentado no Quadro 46, o professor dividiu o momento de repensar os modelos produzidos em 2 atividades individuais, que se configuraram na comparação com os demais modelos da sala e com o modelo curricular de Thomson.

No 2ºM, depois do momento de socialização, foi solicitado aos alunos que comparassem seu modelo com os demais modelos da sala e com a discussão realizada, e respondessem quais aspectos mudariam de seu modelo. Em seguida os alunos, após a apresentação do modelo curricular de Thomson, deveriam descrever quais as semelhanças e diferenças com seu modelo.

Esses momentos também ocorreram no 2ºN, porém nessa sala o professor solicitou que os alunos já fossem rascunhando as principais diferenças do seu modelo com o modelo dos demais grupos ainda na etapa de socialização:

**Trecho XXXIV:** *Hélio*: - E essa etapa que a gente vai fazer agora é o socializando, vamos socializar. Compartilhe os modelos com os demais alunos da sala de aula em relação aos modelos apresentados pelos demais grupos. Você alteraria o seu modelo? Por quê? À medida que for tendo as apresentações você vai tentando responder essa questão inicial aqui, certinho? Então, à medida que o pessoal for vir aqui apresentando seus modelos, você vai, tenta falar, em relação aos modelos apresentados pelos demais grupos, você alteraria o seu modelo? Então, vocês vão afirmar ou nega e vão tentar mais que isso, justifica.

[...]

Olhem, eu convido a vocês todos a fazerem algo. A pessoal vai estar aqui para explica, pode fazer perguntas em relação ao modelo dela? Pode, porque a ideia dele, ele entende, mas vocês estão entendendo a ideia dele? Não. Às vezes, para você chega a conclusões, para ver se o modelo dele é melhor que o seu, se vocês precisam alterar algo ou não, é interessante essa parte de vocês perguntarem, não precisa ter vergonha (DADOS DE PESQUISA).

Outro ponto importante da intervenção nos 2ºM e N é que houve uma readequação das atividades para que os alunos tivessem mais tempo para modelar. Nos 2ºK e L, o final da 4ª aula servia para fazer a apresentação dos modelos consensuais de cada grupo, que se repetia no começo da 5ª aula (Quadro 46). Já para os 2ºM e N esse momento final da 4ª aula foi suprimido e o tempo foi destinado para os alunos modelarem. Em relação a essa decisão, em uma passagem flagrada pela câmera, o professor comenta com o pesquisador que acompanhava a aula do 2ºN:

**Trecho XXXV:** *Hélio*: - Preciso evitar a tentação docente. Você sabe qual é a tentação docente? Ser explicador e não mediador, é um problema. Eu peguei e mudei um pouco a ideia, acho melhor que na outra aula começar retomando, já que vou ter que trabalhar o contexto e já aproveita e já fecha para entrar. E dar bastante tempo para eles pensarem, que eu acho que é o mais importante hoje, pensar mesmo (DADOS DE PESQUISA).

A decisão do professor se mostra bem coerente, porque o EFM exige que os alunos tenham tempo para pensar suas propostas, compartilhar com os demais alunos do grupo e negociar um modelo consensual. Além disso, a atividade que foi retirada se repetia na 4ª e 5ª, com a retomada das apresentações dos alunos que já tinham apresentado na aula anterior. No trecho pode-se observar o professor em conflito entre a perspectiva de aula que era acostumado a desenvolver com a nova visão inserida pelo EFM. Importante lembrar que as aulas dos 2ºM e N ocorriam depois das aulas do 2ºK e L (Figura 64), o que pode ter permitido essa mudança.

O Trecho XXXVI, da 5ª aula do 2ºM, retrata aquela mesma concepção equivocada, já citada anteriormente, de que o professor não pode interferir em momento importante durante a socialização:

**Trecho XXXVI:** *Hélio: - [...] nesse instante pessoal, eu estou deixando vocês, tudo bem? Para depois eu fazer uma intervenção só, conversando com vocês. E a tentação minha é grande? É grande (DADOS DE PESQUISA).*

No Trecho XXXVII, 5ª aula do 2º M, aparece uma consequência direta dessa concepção equivocada. A aluna confundi as interações de cargas elétricas positivas e negativas com a regra dos sinais positivo e negativo em operações matemáticas. O professor começa a mostrar o erro nessa comparação, mas ele mesmo se interrompe por achar que não pode interferir na socialização.

**Trecho XXXVII:** *Katerine: - Olha, aqui forma um átomo. Uma camada de átomos.*

*Hélio: - Certinho.*

*Katerine: - Esses são as cargas, positivo e negativo. Positivo e negativo.*

*Hélio: - Certo.*

*Katerine: - Negativo com negativo, fica positivo.*

*Hélio: - Certo.*

*Katerine: - Positivo com negativo, negativo. Por isso os elétrons estão aqui.*

*Hélio: - Mas positivo com positivo, negativo com negativo- é que não vou querer fazer pergunta agora, porque se não vou ser o professor spoiler, Certo? Tentação do professor de falar uma coisa quando não deve (DADOS DE PESQUISA).*

O grande problema dessa postura é que uma concepção errada como essa acaba se propagando para o resto da sala, como mostramos anteriormente, se o professor não fizer uma intervenção no ato. O professor faz a correção no momento final da socialização, porém até lá vários alunos acabaram adotando essa mesma perspectiva em suas discussões.

Em síntese, este bloco de análise horizontal permitiu observar vários passos que o professor deu no sentido de superar a *“tendência a conservação-adaptativa e rejeição à evolução construtiva”* (tendência obstáculo 3). A cada microciclo de desenvolvimento do EFM o professor foi refinando e adequando as dinâmicas com os fundamentos da abordagem metodológica. O professor foi pouco a pouco se apropriando da abordagem metodológica do EFM. Ao se comparar a atividade da “caixa misteriosa” apresenta na análise vertical do 2ºL, com a SD2 do 2ºK, pode-se observar que nesse último o professor Héliio adicionou na modelagem a construção individual de um modelo expresso e um momento de negociação dentro do grupo de um modelo consensual.

No 2º momento socialização dos modelos do 2ºL, na SD2, o avanço foi em relação a estimular com que os alunos participassem da socialização, com questionamentos e posicionamentos. Essa nova dinâmica da socialização foi mantida para os 2ºM e N.

Nos 2ºM e N, o professor desenvolveu atividades para que os alunos comparassem, em nível individual, o modelo de seus grupos com os demais modelos da sala e com o modelo curricular de Thomson. Apesar de ainda não ter implementado um momento de discussão de um modelo consensual para toda a sala e uma comparação mediada dos modelos dos grupos com o modelo curricular de Thomson.

Além disso, o professor Héliio retirou a repetição em relação à apresentação dos modelos na 4ª e 5ª aulas e justificou essa atitude por achar que deveria dar mais tempo para os alunos trabalharem em seus modelos.

Outro indício dos primeiros passos em relação à superação da tendência-obstáculo 3 é uma fala de Héliio, no 2ºN, na qual pode-se ver uma conscientização do professor sobre a necessidade de mudar sua postura como professor para se adequar ao que exige o EFM (Trecho XXXV). Héliio mostra um conflito interno no sentido de questionar seus guias e rotinas de ação de professor explicador.

Apesar de todos esses avanços, a análise horizontal evidenciou a existência da tendência-obstáculo 2, *“tendência à simplificação e ao reducionismo”*, uma vez

que, em vários momentos da aula, o professor ignorou o aparecimento de concepções alternativas e erros conceituais nas falas dos alunos, com a justificativa que o professor não deveria interferir nas discussões da socialização. Isso é uma interpretação equivocada do EFM. Um professor tido como mediador das discussões, pode e deve interferir em momentos cruciais para evitar prejuízo para aprendizagem dos alunos. Essa má interpretação do EFM acabou acarretando prejuízos, no sentido do erro se propagar para os demais alunos da turma.

Outra interpretação errada do EFM, explicitada nessa análise, foi apresentada no Trecho XXXIII. Consciente ou inconscientemente, o professor guiou a modelagem de um dos grupos no sentido de aproximar a proposta dos alunos do modelo curricular de Thomson. Isso pode ter ocorrido devido a uma interpretação equivocada de que o sucesso do EFM se fundamenta em os alunos conseguirem propor um modelo muito parecido com o modelo curricular oficial.

Uma inspeção inicial da Quadro 46 permite constatar que ocorreram alguns distanciamentos entre o que foi explicitado na UDM e o desenvolvido em sala de aula. Nos 2ºK e L, por exemplo, ocorreu a repetição do momento de socialização na 4ª e 5ª aulas. O momento de retomada dos modelos curriculares de Dalton e Thomson e apresentação dos experimentos de Rutherford se repetiram nos 2ºK e N na 5ª e 6ª aulas.

O tempo gasto com a repetição de atividades mais centradas no professor, poderiam ser destinados a momentos de suma importância para o EFM em que os alunos trabalham ativamente. Por não estarem em consonância com o EFM e terem sido desenvolvidos sem referência com o planejamento do professor, essas atividades podem ser um reflexo da tendência a fragmentação e dissociação entre teoria e prática e entre o explícito e o tácito (tendência-obstáculo 1).

Importante se discutir que a justificativa apresentada no Trecho XXV, para repetição da mesma atividade em 2 aulas, é um pouco frágil. Isso, porque a mesma justificativa não se aplicou para as repetições de aulas expositivas e dialogadas que ocorreram nos 2ºK e N. Além disso, ao ter detectado o problema de visualização na 1ª intervenção, 2ºK, o professor poderia ter realizado alguma adaptação para o 2ºL, seja em relação à organização social da sala de aula ou em relação a instruções para desenhos maiores ou até mesmo ter transferido a socialização para a aula seguinte para solucionar o problema.

➤ *3º bloco: Análise vertical – parte final da intervenção didático-pedagógica completa no 2ºL.*

Este bloco é a continuação da análise vertical e nele são apresentados os principais momentos de parte da 6ª, 7ª, 8ª, 9ª e 10ª aulas. No Quadro 47 estão detalhadas as atividades desenvolvidas em cada aula.

Quadro 47. Detalhes das atividades desenvolvidas na parte final da intervenção didático-pedagógica - análise vertical (2ºL).

| <b>Aula</b> | <b>Atividade desenvolvida em ordem cronológica</b>                                                                                                                                                        | <b>Tempo aproximado</b> |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Parte da 6ª | Explicação da atividade.                                                                                                                                                                                  | 3 min                   |
|             | Grupos trabalhando (elaboração mental e expressão do modelo atômico individual, debate e negociação dentro do grupo e proposição de um modelo consensual). Testes e reformulação dos modelos.             | 33 min                  |
| 7ª          | Explicação da atividade e distribuição do material de aprendizagem.                                                                                                                                       | 8 min                   |
|             | Apresentação dos modelos consensuais de cada grupo.                                                                                                                                                       | 20 min                  |
|             | Alunos escrevendo individualmente a diferença dos seu modelo para o demais modelos da sala.                                                                                                               | 4 min                   |
|             | Retomada do modelo curricular de Thomson e apresentação do modelo curricular de Rutherford pelo professor.                                                                                                | 4 min                   |
|             | Alunos escrevendo individualmente uma comparação do seu modelo com o modelo curricular de Rutherford.                                                                                                     | 3 min                   |
|             | Prática experimental do teste de chama e nova explicação do modelo curricular do átomo de Rutherford.                                                                                                     | 5 min                   |
| 8ª          | Retomada do modelo curricular de Rutherford pelo professor. Discussão das limitações no modelo curricular de Rutherford e apresentação dos postulados do modelo curricular de Bohr.                       | 16 min                  |
|             | Discussão do experimento da aula anterior. Alunos trabalham individualmente para responder as questões sobre o experimento presente no material de aprendizagem.                                          | 5 min                   |
|             | Elaboração do modelo mental e expressão do modelo consensual.                                                                                                                                             | 20 min                  |
| 9ª          | Distribuição do material de aprendizagem e apresentação da atividade.                                                                                                                                     | 8 min                   |
|             | Atividade em grupos de testes, expressão e reelaboração do modelo (professor passando pelos grupos para auxiliar nos testes mentais).                                                                     | 30 min                  |
|             | Discussão dos modelos consensuais de cada grupo (os modelos foram desenhados na lousa por um integrante de cada grupo). Correção da questão sobre o modelo de Bohr presentes no material de aprendizagem. | 7 min                   |
| 10ª         | Apresentação da atividade da “tempestade de modelos” sugestão das palavras pelos alunos.                                                                                                                  | 16 min                  |
|             | Alunos trabalhando em grupo para decidir quais palavras estão certas e quais estão erradas.                                                                                                               | 14 min                  |
|             | Discussão da “tempestade de modelos”.                                                                                                                                                                     | 9 min                   |
|             | Atividade do Kahoot®.                                                                                                                                                                                     | 8 min                   |

Fonte: elaboração própria.

Na 7ª aula, antes e depois da apresentação dos grupos de seus modelos consensuais, pode-se encontrar 2 momentos importantes em que o professor Hélio

mostra ter reconhecido um problema com o seu desenvolvimento do EFM e propõe uma mudança. No 1º momento, antes da apresentação, o professor explica para seus alunos que:

**Trecho XXXVIII:** *Hélio: - [...] outro problema pessoal, que eu vou acabar abordando, é que no final eu vou querer que vocês façam um movimento reflexivo para achar qual dos modelos apresentados foi o mais coerente de toda a sala, para apontar como sendo o modelo que vocês usariam para representar o átomo de Rutherford. Tudo bem?*

A mudança sugerida pelo professor Hélio é coerente com proposta apresentada na seção 3.6.2 para ao EFM. Na etapa de teste (Figura 57) os alunos devem definir os modelos que são eficientes para explicar o fenômeno ou construir um novo modelo consensual para toda a sala (JUSTI, 2010; JUSTI, 2006). O professor se deu conta da necessidade dessa atividade durante o andamento das aulas, uma vez que, na UDM da intervenção esta não estava prevista.

Apesar dessa ideia de atividade ser muito mais alinhada com o EFM do que as outras intervenções apresentadas até este momento do texto, o professor esqueceu de desenvolver essa atividade. Após a socialização, Hélio vai direto para a fase de apresentar aos alunos o modelo atômico curricular de Rutherford. Interessante que, mesmo se esquecendo de realizar a atividade no momento certo, o professor reconhece imediatamente seu erro e comenta com a sala:

**Trecho XXXIX:** *Hélio: - [...] eu vou ter uma grande região central dotada de carga elétrica positiva, que têm os elétrons ao redor. Isso aqui pessoal vai ser a característica estrutural do modelo atômico de Rutherford. Essa daqui seria a melhor representação em relação a ele, tudo bem? Aí eu peço desculpas a vocês, porque eu esqueci que iria fazer vocês se confrontarem é claro, para saber quem é que tinha feito o melhor modelo. E na hora que viu, o professor spoiler tomou conta do meu corpo e fez eu fazer outra coisa pessoal. Eu só percebi depois.*

Mesmo que a etapa de discussão da classe com o propósito de se definir um modelo consensual não tenha ocorrido na prática, a conscientização do professor da necessidade dessa dinâmica pode ser considerada um avanço importante em relação a tendência-obstáculo 3. É preciso se considerar que a conscientização é um passo importante no sentido de mudar e modificar os rotinas e guias de ação docentes. Esse fato de o professor expressar a necessidade de mais uma etapa e depois se esquecer

de executar, pode ser um indicativo de como rotinas e guias de ação são enraizadas e resistentes à mudança.

Uma evolução importante observada, durante a socialização dos modelos de Rutherford, é que o professor agora entende que ele não precisa ficar totalmente alheio às discussões dos modelos e pode fazer intervenções pontuais que corrijam pontos muito importantes. O Trecho XXXX é um exemplo disso:

**Trecho XXXX:** Karl: - Se o átomo que vocês fizeram é neutro, por que o núcleo dele é positivo e por fora é negativo?

Martin: - Não.

Karl: - É, tipo assim, as cargas positivas e negativas estão na mesma quantidade? Tem uma concentração maior de mais positivas no meio?

Martin: - Não, tem uma concentração maior de cargas negativas aqui.

Hélio: - [...] - Pessoal, espera um minutinho para fazer uma parte. Às vezes, inicialmente, até comentei em relação ao modelo atômico do Thomson, que a gente pode indicar uma quantidade, igual teve alguém que fez uns, um átomo para Thomson que era esférico e só tinha 1 carga positiva e vários elétrons grudados nessa esfera positiva. Eu falei que aquilo lá poderia até ser considerado correto, porque tem um equilíbrio de cargas elétricas. Que não foi expresso, tudo bem? Então, também desse jeito poderia ser considerado que tem equilíbrio elétrico? Teoricamente, poderia ser considerado que tem o equilíbrio elétrico. Só essa comparação, porque eu já abordei isso pessoal, lembrando em relação ao modelo atômico de Thomson.

O Trecho XXXX explicita um avanço da tendência-obstáculo 2. O processo parece conseguir reconhecer, agora, que mesmo na etapa de socialização há momentos em que são necessárias intervenções pontuais.

Outro ponto importante da 7ª aula é que foi mudada a sequência de atividades propostas. A prática experimental relacionada ao modelo de Bohr foi realizada na mesma aula de finalização do modelo de Rutherford. Inclusive, a explicação do modelo curricular de Rutherford ocorreu concomitantemente com o experimento. Enquanto um algodão embebido em uma solução de álcool e sal de cobre(II) queimava, o professor explicou a teoria relacionada ao modelo de Rutherford.

Pode-se ver, portanto, um importante distanciamento entre o planejado e o executado. O professor mistura a atividade de uma SD em outra, o que pode prejudicar a função dessa estratégia didática. Esse momento pode ser uma explicitação da tendência-obstáculo 1, por ser uma mudança do planejamento, sem



apoio na teoria e sem dar a devida importância da estratégia didática na SD4. A mudança parece ter sido realizada apenas para cumprir o que foi proposto de se fazer.

Na 8ª aula, em uma de suas falas, o professor reconhece um importante distanciamento entre o planejado e o executado. Nos objetivos específicos das SD era sugerido de se discutir as limitações de determinado modelo, na mesma SD em que ele era trabalhado. No entanto, como apresentado nos Quadro 45, 46 e 47 e explicitado na fala do Trecho XXXXI, as limitações de um determinado modelo, sempre eram tratadas na SD seguinte.

**Trecho XXXXI:** *Hélio: - [...] as limitações do modelo de Rutherford a gente vai ver agora aqui, tudo bem? Sempre, na verdade, eu estou vendo as limitações de um determinado modelo na atividade seguinte.*

Mesmo tendo reconhecido a necessidade de um momento de negociação do modelo consensual para toda sala, na SD3, na SD4 esse momento não ocorreu, talvez, porque os modelos tenham ficados muito parecidos, segundo descreve o próprio professor Hélio.

Esse bloco da análise vertical evidenciou um avanço importante em relação à tendência obstáculo 3, uma vez que o professor mostrou ter se conscientizado da necessidade de se negociar um modelo consensual para toda a sala, apesar de ter esquecido de executá-lo. Em relação à tendência obstáculo 2, pode-se observar que nas últimas SD o professor passou a entender que intervenções pontuais são cruciais no momento de socialização, para evitar erros conceituais.

Ademais, foi possível observar a revelação da tendência-obstáculo 1, quando o professor quebrou seu planejamento apenas para constar que a atividade prevista tinha sido desenvolvida.

Até este ponto do texto foram apresentadas as análises de 2 grandes blocos, o bloco do planejamento (1ª etapa da UDM) e os dados da intervenção didático-pedagógica (2ª etapa da UDM). Na próxima subseção se descreve a análise dos dados pertencentes ao bloco do replanejamento (3ª etapa da UDM), que utilizou como instrumento de análise o Quadro 27.

### 4.3.3 Replanejamento da UDM - 3ºbloco

#### 4.3.3.1 Reflexão sobre os vários elementos do planejamento realizados pelo professor Héllio durante a reunião de orientação.

Antes de propor a versão reelaborada da UDM, o professor Héllio participou de uma reunião, com o seu orientador da universidade, William, para refletir sobre a intervenção didático-pedagógica realizada e sobre a necessidade de adequações no planejamento da UDM para uma nova intervenção futuramente. Essa reunião de orientação foi gravada e, posteriormente, transcrita (instrumento do APÊNDICE E). Das falas dos atores da reunião, pode-se retirar vários momentos de reflexão do Professor Héllio sobre a articulação dos elementos do planejamento e da articulação deles com o EFM. São esses dados que são discutidos nesta subseção.

Ao ser questionado se os objetivos de aprendizagem propostos na UDM foram adequados na prática, o professor Héllio responde:

**Trecho XXXXII:** *Héllio: - Olha, eu acho que esse modelo está bem pensado em relação a isso. Talvez, eu inseriria a palavrinha características, também, porque quando você tá falando de um determinado modelo, além de limites e abrangências, ele tem suas características próprias.*

[...] *William: A cada modelo você gostaria que o aluno caracterizasse?*

*Héllio: -Caracterizasse, não sei se eu estou falando certo, mas ele lembra: “putz, quando estou falando de modelo atômico de Thomson, quais são as características principais?” [William: Claro] então, átomo esférico, maciço, positivo, certo? Com esferas negativas incrustadas nele. Então, isso são as características [William: Sim]. Se eles lembrassem dessas características, além das abrangências, porque, bem ou mal, é interessante você ter o conhecimento disso (DADOS DE PESQUISA).*

O Trecho XXXXII apresenta uma passagem na qual o professor reflete sobre a articulação entre elementos do planejamento, o conteúdo da UDM e os objetivos de aprendizagem. Ademais, a articulação entre esses elementos é analisada no critério A3 do Quadro 27.

Ao ser instigado a refletir sobre a adequação, na prática, da estrutura da taxonomia de Bloom revisada com o objetivo proposto (critério A3), o professor diz que em relação ao modelo de Dalton (objetivo específico da SD1 - Quadro 33):

**Trecho XXXXIII:** *Hélio: - [...] ele entrou dentro do movimento em que tinha os postulados e eles tinham que tentar explicar algumas proposições que justificassem a lei da conservação das massas. Eu tinha colocado 3, aí eu vi que 3 era muita coisa, então: “Pessoal, é só 1º”. E uma coisa que eu notei é que muitos alunos, não foram poucos, muitíssimos mesmo, eu lia o enunciado com eles, ou pelo mesmo eu acho que li, e aí eles acharam que era somente indicar o item e copiar o postulado do item. Então, eles acabaram fazendo essa confusão, certo? Eu acho que seria interessante até mudar os verbos, os verbos no infinitivo e no gerúndio, para colocar uma pretensão menor. [...] É, poderia ser o lembrar ou o entender. Acho que vai mais na linha do lembrar mesmo, porque é um movimento de retomada (DADOS DE PESQUISA).*

Outro momento em que o professor Hélio promove a integração do conteúdo de modelos atômicos com os objetivos específicos das SD está retratado no Trecho XXXXIV, no qual o professor é questionado sobre quais mudanças são necessárias para a UDM de aplicação:

**Trecho XXXXIV:** *Hélio: - Como tornar os objetivos específicos mais claros, porque, bem ou mal, você não pode se perder na parte teórica. Você pode dar um contexto, porque, por exemplo, eu dei um contexto para poder falar da teoria atômica de Bohr. Eu dei um contexto científico de onde é que saiu, para chegar nos postulados dele, porque eu vi que se você se perde muito nisso, você gasta a parte importante. O aluno, bem ou mal, ele se dispersa com uma certa facilidade. Então, clareza na hora da apresentação dos objetivos específicos, das características ou melhor, das observações experimentais, era super importante (DADOS DE PESQUISA).*

O professor foi perguntado sobre o objetivo da SD5. Em relação a esse objetivo ele relatou a necessidade de aumentar o número de aulas da sua UDM para comportar as atividades propostas, que incluem a “tempestade de modelos”, uma avaliação por meio do Kahoot® e uma avaliação tradicional escrita. Outra possibilidade levantada foi colocar o nível da dimensão processo cognitivo em uma categoria menos complexa da taxonomia de Bloom revisada (Quadro 18):

**Trecho XXXXV:** *Hélio: - Eu achei essa atividade, tempestade de modelos, interessante. Só que eu estava querendo ao mesmo tempo fazer junto dessa atividade de modelos, aquela avaliaçãozinha usando o Kahoot®. É claro que eu estava tentando colocar São Paulo em uma cidade pequena. Eu acho que realmente, como você falou, era melhor fazer em 2 aulas mesmo, “coloca aquela avaliaçãozinha lá em 2 aulas mesmo, deixa de ser teimoso e boa”. Outra alternativa seria baixar o nível cognitivo desejado de analisar, para não fazer em grupo, fazer sozinho, ou melhor, fazer ali junto com o professor. Todo mundo apresenta e o professor vem junto perguntando na lousa: “Pessoal, o que é isso daqui? É ou não é uma característica? Opa (DADOS DE PESQUISA).*

Quando questionado se os objetivos específicos propostos foram adequados para se atingir o objetivo de aprendizagem geral na prática (critério de avaliação A4 do Quadro 27), o professor responde que:

**Trecho XXXXVI:** Hélio: - Na verdade, eu quebraria a 1ª SD em 2, com 1 aula cada, porque eu tive a intenção de trabalhar com eles o conceito de modelo, no experimento da caixa fechada. Então, se você for notar, isso não está sendo apreciado aí [William: contemplado aí]. Então, acho que uma coisa que precisaria fazer seria quebrar em 2 (DADOS DE PESQUISA).

Quando o professor Hélio diz “não está sendo apreciado aí”, no contexto da conversa, ele está se referindo ao fato de que no objetivo geral se propõe trabalhar com técnicas de modelagem. No entanto, o momento mais importante para se trabalhar com modelagem ocorre na SD1, o que não está explicitado no objetivo específico dessa SD (Quadro 33). O objetivo específico da SD1 está voltado para o conteúdo de modelo atômico de Dalton, sem fazer referências às pretensões da utilização da estratégia didática da atividade da “caixa misteriosa”. Interessante que na análise da primeira versão da UDM, subseção 4.3.1.1, esse problema de articulação foi um dos motivos para o critério A7 ter sido considerado parcialmente adequado.

Em relação ao critério A6 (Quadro 27), correspondência entre estratégias didáticas e objetivos específicos, o professor responde que na SD5 a utilização da “tempestade de modelos” serviu para entender a concepção que os alunos ficaram dos modelos atômicos trabalhados nas outras SD:

**Trecho XXXXVII:** Hélio: - [...] eles acabaram de ver a representação, associando que era o núcleo, mas era o átomo. O átomo esférico.

William: -O próprio núcleo eles achavam que era o átomo?

Hélio: -Exato.

William: -Uma concepção alternativa aí hein...

Hélio: -E depois eu falei: “Pessoal (segmento de texto incompreensível)”. Então, essa atividade é interessante, porque ela me levantou essa concepção.

William: Você conseguiu ter uma boa avaliação de como foi todo o movimento.

Hélio: -Exato. Se o pessoal colabora direitinho, você tem uma noção de como foi a concepção dos alunos em relação à aprendizagem de modelos atômicos (DADOS DE PESQUISA).

As relações do critério de avaliação A8 (Quadro 27) podem ser vistas na fala do professor apresentada no Trecho XXXXVIII. Neste, o professor explicita uma necessidade que sentiu em adaptar os recursos didáticos para um melhor desenvolvimento da estratégia didática de exposição dialogada, no momento de socialização do modelo produzido:

**Trecho XXXXVIII:** *Hélio: - A socialização, porque a socialização (...) 40 alunos (...) para 26 fica fácil. Vinte e poucos, porque pega a folhinha em um canto qualquer [referindo-se ao meio usado para mostrar para a sala o modelo proposto pelo grupo], a pessoa enxerga um grupo ou outro, você monta os grupos, muito próximos entre si e uma folhinha, às vezes, é suficiente para a pessoa ver. Então, na socialização eu acabei adotando de, literalmente, digitalizar as fotos dos modelos propostos [...] para fazer a projeção na lousa digital, para alguém vir do grupo e acabar explicando (DADOS DE PESQUISA).*

No excerto, o professor está explicando que, inicialmente, tinha pensado em os alunos apresentarem seus modelos propostos utilizando uma folha de papel A4, baseado em um artigo sobre EFM que ele leu. No entanto, na prática real de sala de aula isso não funcionava para turmas grandes, provavelmente funcionou no artigo, devido ser uma turma de apenas 26 alunos. Assim, o professor percebeu que seria melhor digitalizar os modelos desenhados pelos alunos e projetar na lousa digital ou projetor multimídia para que cada grupo apresentasse seu modelo.

O Trecho XXXXIX apresenta outra conversa em que o professor relata o problema encontrado no momento de socialização dos modelos e essa mudança que ele realizou na atividade, em termos de recursos didáticos:

**Trecho XXXXIX:** *Hélio: - [...] teve a apresentação dos modelos de cada grupo para toda a classe? Teve. Até no Thomson teve no começo a apresentação do modelo, no 2ºK, que eu falo que é a sala que começa tudo errado, eu vi que foi uma grande porcaria, porque os coitadinhos estavam com uma folha A4, às vezes, desenhado na metade da folha o modelo. Eu fiquei no grupo mostrando para o resto da sala, aí bate a claridade: ninguém vê nada. Aquilo lá, eu deixei o pessoal apresentar tudo, 2 grupos apresentaram, e vi que não daria certo a apresentação para toda classe com aluno em pé, mostrando apenas o papelzinho do modelo. Então, teve a apresentação para toda a classe? Sim, mas usando o projetor multimídia, porque antes estava, mais ou menos, para eu fazer o uso dele[...]. Depois disso falei: “Não, tem que ter a apresentação dos modelos de cada grupo para toda a classe, com o uso do projetor multimídia, que antes eu pensava de um jeito e teria que fazer de outro” (DADOS DE PESQUISA).*

Ainda sobre a interação entre os elementos do planejamento recursos didáticos e premissas das estratégias didáticas (critério A8), o professor apresenta algumas inferências sobre o uso da plataforma *Kahoot®*:

**Trecho L:** *Hélio*: - Só que o Kahoot® tem um detalhe, você consegue fazer isso se o pessoal estiver familiarizado [...] eles mesmos acabam tendo, às vezes, dificuldades de acessar, e aí é a tecnologia. Às vezes, você perde tempo, porque você vai ajudar os outros a entrarem. Então, seria interessante, talvez, fazer quando tem tempo, por exemplo, atividades com o Kahoot®, porque daí eles já estão habituados com a tecnologia.

**William**: - Para não perder tempo quando chegar lá para valer.

**Hélio**: - Porque se você está habituado, a pessoa já sabe o que vai fazer (DADOS DE PESQUISA).

No Trecho L, o professor está relatando as dificuldades que os alunos tiveram para se familiarizar com o uso da plataforma de avaliação do *Kahoot®*.

Uma reflexão importante que o professor Hélio realiza, ao ser indagado sobre a aplicabilidade da abordagem metodológica no contexto de sala de aula, está relacionada ao critério de avaliação A9 (Quadro 27). O professor explica que sentiu dificuldades para desenvolver todas as atividades planejadas, devido a acontecimentos que não estavam diretamente relacionados a atividades didáticas. Exemplos disso podem ser observados nos trechos abaixo:

**Trecho LI:** *Hélio*: - Só que eu acho que preciso dar um jeito de arrumar tempo. Eu falo que minha maior luta foi para arrumar tempo dentro da sala de aula para fazer tudo que precisa. [...] Então, vira e mexe, eu tinha que tocar alguém embora, que estava querendo, fazer propaganda do Grêmio, fazer chamada, isso, aquilo e aquele outro (DADOS DE PESQUISA).

Por não ter prevista a necessidade de tempo para realização de atividades que não estavam relacionadas diretamente com o ensino do conteúdo programático, e que poderiam ser previstas, como a própria atribuição de presença (chamada), esse tempo acaba impactando na implementação da proposta. Em função disso, em outro momento da conversa, o professor Hélio faz a seguinte sugestão:

**Trecho LII:** Hélio: - [...] nessa parte, o seguinte, são 50 minutos, mas eu não posso ter a ilusão que são 50 minutos. Então, nesse caso, não sei se eu coloco mais 50 minutos ou se eu coloco já 40 minutos. [...] quem troca, os professores geralmente aguardam na sala até vir um cuidador de alunos para ter início a troca. Então, dependendo de como for, às vezes, a troca pode ser rápida ou pode ser demorada. Então, geralmente, em 5 minutos eu chego na minha outra sala, no mínimo 5 minutos de troca. [...] Quando era de quarta-feira e tinha merenda boa (...). O diretor falava: “Pessoal, vamos esperar uns 5 minutinhos para bater o sinal, porque a fila está grande ainda lá”. Então, não eram mais 40 minutos, mas é só 35 minutos (DADOS DE PESQUISA).

No Trecho LII o professor embasa a necessidade de readequar o tempo total de aula no planejamento, pois além da própria atribuição de presenças, há um gasto de tempo relacionado à troca de salas entre uma aula e outra, e retorno à sala em aulas depois do intervalo. Importante se analisar que esse tempo perdido poderia ser previsto por um professor que tem 10 anos de experiência na mesma escola (Quadro 31) e, portanto, poderia ter sido considerado no planejamento. Esse problema no planejamento da primeira versão da UDM foi explicitado na subseção 4.3.1.1. A proposta de 40 minutos sugerida pelo professor, parece pertinente a partir do Tabela 1, como pode ser visto, o tempo médio de aula que o professor teve foi de aproximadamente 42 minutos.

Abaixo é apresentada outra passagem em que o professor e seu orientador discutem sobre a necessidade de adequação do tempo total de aula no planejamento:

**Trecho LIII:** William: - Você precisa pensar bem em termos de não ter uma idealização fora do concreto que você parte.

Hélio: - Exato, por isso que eu já estou pensando em alterar o tempo. Não por causa de especificidade, mas para deixar a pessoa mais atendida.

William: - Mais realista para cada uma das etapas.

Hélio: - Mais realista, que eu não tenho 50 minutos, eu penso em 50 minutos, mas eu não tenho 50 minutos. Então, eu acho que alteraria também a questão do que do tempo (DADOS DE PESQUISA).

Quando questionado sobre as dificuldades encontradas para articular os conteúdos de modelos atômicos com a abordagem metodológica (critério de avaliação B1), o professor Hélio faz importantes reflexões sobre as SD dos modelos atômicos de Dalton e Bohr. Em relação ao modelo de Dalton, o professor argumenta que:

**Trecho LIV: Hélio:** - [...] eu acho, que eu deveria ter, no bom sentido, matado Dalton. Eliminado ele. Ter feito qualquer coisa com ele, apenas uma aula expositiva e dialogada, que durasse no máximo 1 aula, porque o modelo atômico de Dalton estava previsto para 1 aula e daí pegou 1 aula e metade da outra, entendeu? Porque foi mais elaborado do que eu imaginava, a SD, e foi comendo o tempo das outras e tentando cortar o tempo das outras para poder encaixar. Talvez, se eu não tivesse o modelo atômico de Dalton tão extenso, é coisa simples de sanar, eu sei que é. Para explicar a abordagem metodológica de EFM, o que é um modelo e tudo, para os alunos, a partir do modelo atômico de Dalton, aí talvez, eu teria encaixado melhor.

**William:** - Você não acha que como foi a 1ª vez deles - eles já tinham discutido Dalton, mas ainda em uma outra abordagem - não foi uma etapa fundamental essa?

**Hélio:** - Olha, eu acho que citar o modelo atômico de Dalton é interessante. Eu acho que o modelo atômico de Dalton, bem ou mal, é o 1º referencial analógico de modelo atômico. Tanto que, via de regra, depois que você fala de Dalton e você mostra o modelo proposto por Dalton, que é um átomo esférico, todos os átomos no começo são, o quê?

**William:** - Esféricos.

**Hélio:** - Esféricos. É uma tendência, porque eles fazem um movimento analógico. O que a gente tem de conhecimento? O átomo de Dalton. Então, eles o incorporam para fazer. Então, acho que uma apresentação, sim, em relação às características. Fazer mais uma retomada dele, propriamente dito, para dar sequência. E uma coisa que eu fiz é que toda vez que eu iria falar de um determinado modelo atômico, fiz isso aí até Rutherford, eu começava falando do Dalton [...] (DADOS DE PESQUISA).

Nesse excerto o professor apresenta a hipótese de que, talvez, fosse interessante simplificar a SD do modelo atômico de Dalton. Isso, porque esse modelo é trabalhado com os alunos no 1º ano do ensino médio e, portanto, poderia ter-se feito apenas uma retomada para que sobrasse tempo adequado para trabalhar as etapas do EFM nos outros modelos atômicos.

Para o desenvolvimento da SD relacionada ao modelo de Bohr, o professor discute sobre a dificuldade que os alunos encontraram para entender os postulados propostos por Bohr e argumenta que foi necessária uma adaptação na intervenção com o EFM. A adaptação possibilitou que fosse possível que os alunos conseguissem propor um modelo de átomo coerente com os postulados de Bohr:



**Trecho LV:** William: - Você acha que seria um limite da proposta? Em termos de que o modelo já é muito mais complexo, então os alunos não teriam como modelar?

Hélio: - Não. Na verdade, do jeito que acabou fazendo, eu tenho que explicar o 1º, falei: “o 1º ele já dá as questões de energia. O 2º e 3º, também, trabalham a questão de energia”. Eles conseguiram montar o átomo de Bohr e eu consegui fazer o teste. Foi o que eu acho que teve maior número de alunos como o modelo praticamente idêntico ao de Bohr, fazendo desse jeito que eu idealizei. Só que eu acho que foi muito direcionado, muito a mão do professor [William: às vezes, exigia], porque eu achei que ele era muito complexo, certo? (DADOS DE PESQUISA).

Os chamados “1º”, “2º” e “3º” do Trecho LV se referem aos postulados de Bohr. O trecho explicita um conflito interno do professor na adequação realizada no EFM para se adaptar à especificidade e complexidade do conteúdo de modelo atômico de Bohr. Aqui é explicitado novamente a ideia do professor de que o sucesso da atividade está em os alunos chegarem o mais próximo possível do modelo atômico curricular.

Ao tentar tratar os modelos atômicos curriculares dentro das premissas do EFM, o professor argumenta que:

**Trecho LVI:** Hélio: - Eu acho que nessa etapa, eu também falhei. Em uma sala eu deixei tudo pronto, na hora eu fui fazer uma outra coisa para adiantar uma outra etapa do processo, então na hora que eu vi, eu já estava apresentando o modelo científico sem fazer pergunta. Então, atenção ao detalhe mesmo, porque, às vezes, um comando que você esquece já te tira do conceito proposto por Justi (DADOS DE PESQUISA).

O Trecho LVI revela uma preocupação do professor Hélio em conduzir suas aulas dentro das premissas da abordagem metodológica. A autora Justi que o professor se refere é a professora Dra. Rosária da Silva Justi<sup>80</sup>, uma referência para o EFM.

Essa passagem que Hélio relata é o Trecho XXXVIII que foi analisado na subseção 4.3.2. A reflexão do Trecho LVI reforça a perspectiva apontada anteriormente de que, apesar de ter se esquecido de implementar, o professor tomou consciência da necessidade de negociação de um modelo expresso para toda a sala.

---

<sup>80</sup> Currículo Lattes, disponível em: <http://lattes.cnpq.br/7288300876119109>

Ao ser questionado sobre as impressões que teve da relação entre os objetivos da UDM e a abordagem metodológica (critério de avaliação B3), o professor expõe que faltou fazer uma ligação mais adequada entre os limites de um modelo atômico e como esses são superados pelo modelo seguinte. Isso fica explicitado no Trecho LVII:

**Trecho LVII:** Hélio: - [...] foi desenvolvido com eles sim, técnicas de modelagem, mas não implementado exatamente todas as etapas devido a coisa do tempo. E nesse caso, à parte de compreensão dos limites, a gente tentou sim mostrar os limites. Tanto que eu falo que na hora de fazer o objetivo, eu errei, nos objetivos abaixo, porque se você for ver, eu deveria ter pensado no limite, no modelo subsequente, porque no modelo subsequente você fala do limite [William: Do limite do anterior]. Exatamente, foi algo que eu percebi depois da prática, que foi uma falha minha e, mais do que limite, abrangências. Eu acho que ali eu deveria, também, ter pensado que nessa parte-, limite foi falado na medida do possível, as abrangências também, as aplicações de cada um dos modelos (...), acho que falou sim [...] o problema é que, eu acho, que preciso, como falo para você? Tornar mais claro (DADOS DE PESQUISA).

Nesse momento aparecem alguns indícios em relação à adequação dos objetivos com a estrutura da taxonomia de Bloom revisada (critério A3). Ainda nesse contexto de necessidade de se explicitar os limites do modelo anterior para introduzir o novo modelo, o professor e seu orientador discutem sobre mudanças nos objetivos específicos, segundo as impressões vivenciadas na intervenção:

**Trecho LVIII:** Hélio: - Olha: “Analisando o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências de seu modelo”. Seria só isso, porque eu não tenho como falar de limitação nesse momento, que foi o erro que eu cometi e que eu percebi somente depois. É aquela coisa, a gente pensa o material, idealiza, idealiza, mas passa.

William: -Perfeito, mas você acha que não caberiam as limitações do modelo de Dalton?

Hélio: -Poderia ser: “concluindo sobre as limitações do modelo de Dalton e as abrangências e características do modelo de Thomson”.

William: Perfeito.

Hélio: -E agora vem: “Analisar o modelo de Rutherford, concluindo sobre as limitações do modelo de Thompson e as abrangências e características do modelo de Rutherford”.

William: -Então já é uma coisa legal de modificar no objetivo.

Hélio: -Exato, porque ficaria condizente com o que foi realizado dentro da sala de aula (DADOS DE PESQUISA).

Importante lembrar que essa reflexão ocorreu durante a intervenção. No Trecho XXXXI, da subseção 4.3.2, o professor comenta com os alunos de que o limite do modelo era sempre abordado na SD subsequente.

O professor Hélió ainda discorre sobre a articulação entre o EFM e as atividades propostas para os alunos (critério B4), ao ser questionado sobre as dificuldades de se trabalhar com o EFM na prática real. O professor percebeu, durante a intervenção didático-pedagógica, que na etapa de desenvolvimento do modelo expresso os alunos sentiam dificuldade de apresentar a proposta de forma escrita e, portanto, foi necessário se repensar essa atividade para que os alunos se expressassem apenas com desenhos. Essa passagem está apresentada no Trecho LIX:

**Trecho LIX:** *Hélió: - [...] têm aqueles alunos que têm dificuldade grande de argumentação. Tanto que eles, às vezes, têm dificuldade na parte escrita, que eu tinha colocado. De início, a parte escrita era para tentar escrever como eles acham que seria o modelo. Eu vi que foi maior furada, porque a maior parte dos alunos tinham dificuldades de colocar por escrito o que ele pensou mentalmente que seria o átomo dele, entendeu? [William: sim]. Então, é melhor colocar só para fazer o desenho. Só coloca o desenho e quem quiser faz anotações do lado (DADOS DE PESQUISA).*

Além de todos esses momentos de reflexão, sobre a articulação entre os elementos do planejamento e dos elementos com a abordagem metodológica, pode-se notar alguns momentos de articulação das fontes do conhecimento profissional desejável (Figura 39), propostas pela *Red IRES*. Em um desses trechos o professor revela um conflito interno entre seus guias e rotinas de ação (saberes da experiência profissional) e a nova perspectiva que a abordagem metodológica do EFM trouxe para sua prática profissional (saberes disciplinares básico e metadisciplinares):

**Trecho LX:** *Hélio: -[...] E repetindo a sua pergunta, eu acho que o grande problema também, não é que eu não pensei, eu tentei matar, porque, às vezes, a gente tem um hábito do professor explicador, não é?*

*William: - É sim.*

*Hélio: -Então, isso eu tentei matar e tentei ser mais o professor mediador, orientador, do que simplesmente o professor explicador.*

*William: - Você está querendo dizer que na própria sala de aula você tinha vontade de sair explicando e você precisou reorganizar seu papel, é isso?*

*Hélio: - É o hábito. A gente tende a explicar. É explicar, explicar, explicar, explicar e, bem ou mal, quando tem a prática você deixa o aluno falar, na hora que você vê, você está pedindo para ele dar resposta e, ele está ouvindo a resposta do outro e, aí você acaba explicando para ele: “explica”, mas você não o instiga a dar opinião, falar o que ele pensa. O que você acha que é? Eu acho que ainda não matei direito (DADOS DE PESQUISA).*

No Trecho LX pode-se notar que o professor está aflito com o fato de tentar modificar seus guias e rotinas de ações para que sua proposta se adapte à perspectiva da abordagem metodológica. O EFM impõe um aluno mais ativo e propositor e um professor com a função de mediar as discussões e o surgimento de hipóteses e questionamentos (JUSTI, 2006; MENDONÇA; JUSTI, 2005). Esse tipo de reflexão também apareceu no Trecho XXXV da subseção 4.3.2.

Esse ponto volta à tona em outro momento das discussões entre o professor Hélio e seu orientador William:

**Trecho LXI:** *William: - Você acha que aí interferiria aquilo que você falou, de repente já querer explicar?*

*Hélio: - É, porque nesse caso, você está tendo a socialização para eles chegarem nessa socialização, na minha opinião. Eles chegam, depois da apresentação: “Qual desses modelos aí apresentados, vocês acreditam que seja mais interessante? Que seja coerente com os objetivos que foram propostos? Realmente, com as observações experimentais ou com os postulados?”. Então, no final das contas, essa partezinha eu dei uma comida. Em muitas oportunidades. É aquela coisa, o hábito. Vou explicar, vamos direto (DADOS DE PESQUISA).*

Em um outro momento de articulação entre as fontes do conhecimento profissional desejável, saberes da experiência profissional, saberes disciplinares básicos e saberes metadisciplinares, o professor relembra adaptações que foram necessárias na etapa de socialização do EFM. Esta tinha o objetivo de adequar a abordagem metodológica ao contexto da intervenção. O professor conta como foi adaptando a apresentação dos alunos para que toda a sala participasse da atividade:

**Trecho LXII:** Hélio: *-[...] o momento da socialização que, às vezes, a gente tenta questionar o aluno. No começo eu não fazia as perguntas certas. A gente aprende também a fazer as perguntas certas. Eu falei: “Tenta explicar como é o seu modelo”.*

William: - Caracterizar?

Hélio: - *Exato, então explica como é seu modelo e, às vezes, eu só perguntava para ele explicar aquele modelo. Eu não posso pedir para que ele justifique, porque eu abria o espaço para os outros alunos fazerem o questionamento.*

Os trechos apresentados da reunião de orientação demonstraram vários momentos em que o professor e seu orientador refletem sobre os critérios de articulação dos elementos do planejamento, e entre estes e a abordagem metodológica, propostos no Quadro 27. Inclusive, alguns pontos de reflexão tinham sido apontados na análise da primeira versão da UDM.

Dentre os critérios discutidos, pode-se citar: A3 (Trechos XXXXII; LVII); A4 (Trecho XXXXIII); A6 (Trecho XXXX); A8 (Trechos XXXXVIII, XXXXIX, L); A9 (Trechos LI, LII, LIII); B1 (Trechos LIV, LV, LVI); B3 (LVII); B4 (LIX). Ademais, pode-se notar momentos de articulação entre as fontes do conhecimento profissional desejável (Trechos LX; LXI; LXII).

Todos esses momentos de reflexão sobre a intervenção didático-pedagógica, ressaltados nesta subseção, foram utilizados para o momento de reelaboração da UDM. Na próxima subseção apresenta-se as mudanças feitas na UDM, suas relações com essa reunião de orientação e os avanços que a UDM reelaborada apresenta em relação a versão da intervenção.

#### **4.3.3.2 Análise da versão reelaborada da UDM**

A versão reelaborada da UDM está no Anexo D. No Quadro 48 é apresentado uma caracterização da UDM reelaborada. Informações sobre a disciplina, ano/turma, contexto geral de aplicação, estrutura geral da escola, contexto, abordagem metodológica, alunos da turma, conteúdo programático e pré-requisitos para UDM foram suprimidas, pois são iguais as descrições feitas para a primeira versão da UDM (Quadro 32).

Quadro 48. Caracterização geral da versão reelaborada da UDM.

| UDM                          | VERSÃO REELABORADA DA UDM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Duração</b>               | 10 aulas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Número de SD</b>          | SD0 - Modelos e modelagem nas Ciências (1 aula); SD1 - Oh Dalton! Foste longe demais! (1 aula); SD2 - Thomson: Foste injustiçado pelos livros! (2 aulas); SD3 - Rutherford: Foste genial! (2 aulas); SD4 - Bohr: Não é o fim de tudo! (2 aulas); SD5 - Tempestade de modelos (1 aula); SD6 - Vamos testar! (1 aula).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Objetivo geral da UDM</b> | Aplicar técnicas de modelagem no estudo de modelos atômicos, implementando atividades de modelagem para melhor compreensão das características, abrangências, limitações e aplicações de cada um dos modelos atômicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Objetivos específicos</b> | SD0 - Aplicar a abordagem metodológica EFM numa situação problema, executando uma atividade de modelagem nas suas diversas etapas; SD1 - Lembrar do modelo atômico de Dalton, reconhecendo suas características e abrangências; SD2 - Analisar o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre as limitações do modelo de Dalton e as características e abrangências do modelo de Thomson; SD3 - Analisar o modelo atômico de Rutherford, concluindo sobre as limitações do modelo de Thomson e as características e abrangências do modelo de Rutherford; SD4 - Analisar o modelo atômico de Bohr, concluindo sobre as limitações do modelo de Rutherford e as características e abrangências do modelo de Bohr; SD5 - Analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas, organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciando a abrangência de cada um dos modelos; SD6 - Avaliar a aprendizagem dos diversos modelos atômicos estudados, checando os conhecimentos dos alunos por meio de avaliação tradicional e digital. |
| <b>Estratégias didáticas</b> | I) aula expositiva e dialogada; II) tempestade de modelos; III) práticas experimentais; IV) quiz digital; V) avaliação escrita tradicional;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Recursos didáticos</b>    | I) materiais de aprendizagem para desenvolvimento das atividades; II) projetor multimídia; III) 8 caixas misteriosas; IV) quadro branco; V) sala acessa; VI) materiais para a elaboração dos modelos pelos alunos (lápiz, caneta e papel e lápis de cor); VII) celulares para realizar o quiz; VIII) prova impressa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Dentre as principais características da UDM reelaborada do Quadro 48, pode-se destacar o aumento do número de SD e de aulas. Nessa nova versão, o número de SD aumentou de 5 para 7 e o número de aulas aumentou de 9 para 10.

Da mesma forma que foi realizado para UDM da intervenção, esta seção de análise foi dividida em blocos. No 1º bloco é avaliada a inter-relação entre os vários elementos do planejamento didático-pedagógico. No 2º bloco foi desenvolvida uma

análise da inter-relação dos elementos do planejamento com a abordagem metodológica do EFM.

Para operacionalizar a análise comparativa entre a UDM da intervenção e a UDM reelaborada, desenvolveu-se o quadro do Apêndice G. Com o objetivo de facilitar a comparação entre as versões da UDM, manteve-se a denominação das SD da intervenção para as SD reelaboradas, sendo as 2 novas SD denominadas de SD0 e SD6.

O quadro do Apêndice G apresenta todas as mudanças realizadas na versão reelaborada da UDM, dentre elas pode se destacar a proposição de 2 novas SD (linhas 7 - 13 e 42 - 49) (Quadro 49), com 1 aula cada. A criação da SD0 pode ter relação com a discussão realizada na reunião de orientação sobre a falta de um objetivo para a atividade de “caixa misteriosa” (Trecho XXXXVI). Esse problema também foi apontado na análise da primeira versão da UDM.

Quadro 49. Recorte das principais linhas de caracterização da SD0 do quadro do Apêndice G.

| <b><i>Linha</i></b>      | <b><i>Elementos</i></b>                                                     | <b><i>Versão reelaborada da UDM</i></b>                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i><u>SD0</u></i></b> |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b><i><u>7</u></i></b>   | <b><i>Objetivo.</i></b>                                                     | Aplicar a abordagem metodológica do ensino fundamentado em modelagem numa situação problema, executando uma atividade de modelagem nas suas diversas etapas.                                                                                        |
| <b><i><u>8</u></i></b>   | <b><i>Estratégia de avaliação.</i></b>                                      | Envolvimento dos alunos na atividade de modelagem denominada “caixa misteriosa”, argumentando escrita e oral quanto aos materiais presentes nas caixas.                                                                                             |
| <b><i><u>9</u></i></b>   | <b><i>Conteúdo programático.</i></b>                                        | Modelos e modelagem nas Ciências.                                                                                                                                                                                                                   |
| <b><i><u>10</u></i></b>  | <b><i>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula.</i></b> | I) 1 aula tempo real de 40 minutos; II) carteira dispostas em fileiras; III) levantamento das concepções prévias dos alunos quanto a palavra modelo; IV) carteiras formando grupos com 5 componentes no máximo; V) atividade da “caixa misteriosa”. |
| <b><i><u>11</u></i></b>  | <b><i>Recursos didáticos.</i></b>                                           | I) material de aprendizagem para desenvolvimento das atividades; II) 8 caixas misteriosas.                                                                                                                                                          |
| <b><i><u>12</u></i></b>  | <b><i>Materiais de aprendizagem/instrumentos de avaliação.</i></b>          | Exposição da hipótese do material que se encontra na caixa.                                                                                                                                                                                         |
| <b><i><u>13</u></i></b>  | <b><i>Aulas.</i></b>                                                        | 1                                                                                                                                                                                                                                                   |

| <u>SD6</u> |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>42</u>  | <i>Objetivo.</i>                                                     | Avaliar a aprendizagem dos diversos modelos atômicos estudados, checando os conhecimentos dos alunos por meio de avaliação tradicional e digital.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <u>43</u>  | <i>Estratégia de avaliação.</i>                                      | Análise do desempenho dos alunos no Quiz como um todo e na avaliação escrita individual.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <u>44</u>  | <i>Conteúdo programático.</i>                                        | I) modelo atômico de Dalton; II) modelo atômico de Thomson; III) modelo atômico de Rutherford; IV) modelo atômico de Bohr.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <u>45</u>  | <i>Aulas.</i>                                                        | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <u>46</u>  | <i>Estratégia de avaliação.</i>                                      | I) Quiz digital com a temática de modelos atômicos; II) avaliação escrita tradicional.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <u>47</u>  | <i>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula.</i> | I) uma aula: tempo real de 40 minutos; II) as 2 atividades serão realizadas individualmente; III) toda a sala participa por meio de sugestões de informações acerca dos diversos modelos atômicos estudados; IV) teste dos conhecimentos por meio do Quiz em duplas ou quarteto (depende da disponibilidade de celulares); V) avaliação com questões de múltipla escolha e questões dissertativas. |
| <u>48</u>  | <i>Recursos didáticos.</i>                                           | I) projetor multimídia; II) celulares para a realização do quiz; III) sala de acesso; IV) prova impressa.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <u>49</u>  | <i>Materiais de aprendizagem/instrumentos de avaliação.</i>          | I) análise do material de aprendizagem preenchido durante o desenvolvimento da sequência didática; II) observação dos alunos nas respostas aos questionamentos propostos; III) avaliação da aprendizagem em grupo por meio da plataforma de avaliação Kahoot®; IV) avaliação escrita de modelos atômicos.                                                                                          |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

O professor propôs o replanejamento da SD1 (linhas 14, 15, 16, 18 e 20) e a readequação dos objetivos específicos de das SD 1, 2, 3 e 4 (linhas 14, 22, 27 e 32, respectivamente) (Quadro 50).



Quadro 50. Principais linhas de comparação das versões da SD1 e dos objetivos específicos.

| <b>Elementos do planejamento</b>                                         | <b>Diferenças nas versões</b>                                                                                                                                            |                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          | <b>Versão da intervenção</b>                                                                                                                                             | <b>Versão reelaborada</b>                                                                                                                                 |
| <u>Linha 14:</u> SD1<br>Objetivo                                         | Avaliar o modelo de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para a compreensão de novos fenômenos.                                                             | Lembrar do modelo atômico de Dalton, reconhecendo suas características e abrangências.                                                                    |
| <u>Linha 15:</u> SD1<br>Estratégia de avaliação                          | Envolvimento do aluno na atividade de modelagem da “caixa misteriosa”. Além da justificativa dos materiais presentes nas caixas via escrita e solicitação de argumentos. | Observação dos alunos na aula expositivo dialogada; análise das respostas dos alunos aos diversos questionamentos presentes no material de aprendizagem.  |
| <u>Linha 16:</u> SD1<br>Conteúdo Programático                            | I) modelos e modelagem;<br>II) modelo atômico de Dalton.                                                                                                                 | Modelo atômico de Dalton                                                                                                                                  |
| <u>Linha 18:</u> SD1<br>Descrição atividades organização da sala.        | Atividade da “caixa misteriosa”.                                                                                                                                         | I) 1 aula: tempo real de 40 minutos; II) carteiras dispostas em fileiras.                                                                                 |
| <u>Linha 19:</u> SD1 Material de aprendizagem/ instrumento de avaliação. | Exposição da hipótese do material que se encontra na caixa.                                                                                                              | Análise da argumentação dos alunos durante os questionamentos.                                                                                            |
| <u>Linha 20:</u> SD1 Aulas.                                              | 2                                                                                                                                                                        | 1                                                                                                                                                         |
| <u>Linha 22:</u> SD2 objetivo                                            | Analisar o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                       | Analisar o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre as limitações do modelo de Dalton e as características e abrangências do modelo de Thomson.        |
| <u>Linha 27:</u> SD3 objetivo                                            | Analisar o modelo atômico de Rutherford, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                    | Analisar o modelo atômico de Rutherford, concluindo sobre as limitações do modelo de Thomson e as características e abrangências do modelo de Rutherford. |
| <u>Linha 32:</u> SD4 objetivo                                            | Analisar o modelo atômico de Bohr, concluir sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                            | Analisar o modelo atômico de Bohr, concluindo sobre as limitações do modelo de Rutherford e as características e abrangências do modelo de Bohr.          |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Além disso, o professor acrescentou algumas referências nas tarefas 2, 3 e 4 da UDM (linhas 1, 3, e 4 do Apêndice G, respectivamente) e nas SD 2, 3, 4, 5 e 6 (linhas 21, 26, 31, 35 e 40 Apêndice G, respectivamente). As referências adicionadas são relacionadas aos saberes da matéria (ATKINS; JONES, 2007; ROZENBERG, 2002; BRADY; HUMISTON, 2002), saberes da didática específica (FERREIRA; JUST, 2008; JUSTI, 2010) e os saberes pedagógicos (ANTUNES, 2007; MEC, 2017a; MEC, 2017b). O acréscimo dessas referências pode indicar um aprofundamento das fontes do conhecimento profissional desejado, os saberes disciplinares básicos e os saberes metadisciplinares (Figura 39).

Houve mudanças nas SD em relação a estratégias de avaliação; conteúdo programático; recursos didáticos; materiais de aprendizagem e instrumentos de avaliação; descrição das atividades, tempo e organização da sala de aula. Em relação ao tempo das aulas, a SD 1 foi alterada de 2 para 1 aula (linha 20).

As discussões realizadas no Trecho IV das reuniões de orientação sobre a utilização de bolas de isopor para a construção dos modelos, foram corrigidas nessa versão da UDM. Hélio propõe utilizar apenas lápis, lápis de cor, caneta e papel. O professor sugere a utilização de projetor multimídia para a apresentação dos modelos dos alunos, conforme discutido nos Trechos XXXXVIII e XXXXIX das reuniões de orientação

Os efeitos de todas essas mudanças para a inter-relação entre os elementos do planejamento e entre eles e a abordagem metodológica são descritos com mais detalhes durante a apresentação da análise da UDM reelaborada utilizando o Quadro 27.

➤ *Interrelação entre os vários elementos do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM*

O critério de avaliação A1, do Quadro 27, foi considerado adequado para a UDM reelaborada. As estratégias didáticas utilizadas nessa versão da UDM são as mesmas descritas para as outras versões da UDM e, assim como foi analisado nas outras subseções, a descrição da estrutura da escola é compatível com as estratégias propostas.

As atividades propostas para a UDM reelaborada, que difere da UDM da intervenção, seja na atividade em si ou no momento em que será trabalhada, (linhas 10, 24, 29, 33 e 47 do quadro do Apêndice G) são: I) levantamento das concepções

prévias dos alunos quanto a palavra modelo; *II*) atividade da “caixa misteriosa”; *III*) questionamento pelos pares dos modelos produzidos; *IV*) eleição pelos alunos do melhor modelo a representar o átomo de Thomson; *V*) apresentação do modelo de Thomson aceito oficialmente; *VI*) aula multimídia do experimento do espalhamento das partículas alfa; *VII*) elaboração de modelos; *VIII*) teste e reelaboração dos modelos; *XI*) socialização dos modelos produzidos pelos alunos com o auxílio do projetor multimídia; *X*) questionamento pelos alunos dos modelos apresentados pelos diversos grupos; *XI*) eleição pelos alunos do melhor modelo a representar o átomo de Rutherford; *XII*) apresentação pelo professor do modelo atômico de Rutherford; *XIII*) questionamento pelos alunos dos modelos apresentados pelos diversos grupos; *XIV*) eleição pelos alunos do melhor modelo a representar o átomo de Bohr; *XV*) apresentação pelo professor do modelo atômico de Bohr; *XVI*) toda a sala participa por meio de sugestões de informações acerca dos diversos modelos atômicos estudados; *XVII*) teste dos conhecimentos por meio do Quiz em duplas ou quarteto (depende da disponibilidade de celulares); *XVIII*) avaliação com questões de múltipla escolha e questões dissertativas.

As atividades propostas requerem um projetor multimídia, que é disponibilizado na própria escola; “caixas misteriosas”, que pode ser desenvolvida com materiais de baixo custo e uso no dia a dia; um quiz que pode ser realizado na sala acessa (sala com computadores que têm acesso à *internet*); e uma prova escrita. Portanto, as novas atividades propostas também podem ser realizadas no contexto da intervenção.

Os recursos didáticos e materiais de aprendizagem (linhas: 11, 30, 48 e 49): *I*) material de aprendizagem para desenvolvimento das atividades; *II*) 8 “caixas misteriosas”; *III*) projetor multimídia; *IV*) celulares para a realização do quiz; *V*) sala do acessa; *VI*) prova impressa. Os recursos e materiais de aprendizagem são os mesmos da primeira versão da UDM, porém estão organizados em momentos diferentes da intervenção. A única diferença é uma atividade que envolve a utilização dos celulares dos alunos, porém se isso não for possível, pode-se utilizar a sala do acessa.

Em relação ao critério de na análise A2, manteve-se a mesma avaliação desenvolvida para a UDM inicial, porque, apesar de terem sido criadas 2 novas SD, os conteúdos de aprendizagem não foram ampliados. Portanto, pode-se inferir que os conteúdos de aprendizagem propostos estão alinhados com as orientações curriculares oficiais.

Análise do critério A3 é fundamentada em verificar se os objetivos respeitam a estrutura da taxonomia de Bloom revisada (FERRAZ; BELHOT, 2010). Os objetivos da UDM reelaborada estão sumarizados no Quadro 51.

Quadro 51. Objetivos geral e específicos da UDM reelaborada.

| OBJETIVO                     | PROPOSTA                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Objetivo Geral</i>        | Aplicar técnicas de modelagem no estudo de modelos atômicos, implementando atividades de modelagem para melhor compreensão das características, abrangências e limitações e aplicações de cada um dos modelos atômicos. |
| <i>Objetivo específico 0</i> | Aplicar a abordagem metodológica do EFM numa situação problema, executando uma atividade de modelagem nas suas diversas etapas.                                                                                         |
| <i>Objetivo específico 1</i> | Lembrar do modelo atômico de Dalton, reconhecendo suas características e abrangências.                                                                                                                                  |
| <i>Objetivo específico 2</i> | Analisar o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre as limitações do modelo de Dalton e as características e abrangências do modelo de Thomson.                                                                      |
| <i>Objetivo específico 3</i> | Analisar o modelo atômico de Rutherford, concluindo sobre as limitações do modelo de Thomson e as características e abrangências do modelo de Rutherford.                                                               |
| <i>Objetivo específico 4</i> | Analisar o modelo atômico de Bohr, concluindo sobre as limitações do modelo de Rutherford e as características e abrangências do modelo de Bohr.                                                                        |
| <i>Objetivo específico 5</i> | Analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas, organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciando a abrangência de cada modelo.                                         |
| <i>Objetivo específico 6</i> | Avaliar a aprendizagem dos diversos modelos atômicos estudados, checando os conhecimentos dos alunos por meio de avaliação tradicional e digital.                                                                       |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Devido às mudanças sugeridas pelo Professor Hélio nos objetivos específicos, realizou-se novamente as análises referentes ao critério de avaliação A3 do Quadro 27, que se fundamenta em verificar a adequação da escolha dos verbos no infinitivo e no gerúndio, a apresentação de conteúdos, forma de alcançá-los e meios para avaliação (Quadro 52). Interessante se ressaltar que essas mudanças nos objetivos específicos da UDM foram discutidas nos Trechos XXXXIII e XXXXV e LVII da reunião de orientação. Em específico, a inserção da palavra “características” foi discutida no Trecho XXXXII da reunião.

Para a versão reelaborada da UDM, o professor fez mudanças baseadas nas discussões realizadas antes da elaboração da UDM da intervenção. Provavelmente, na prática, o professor Hélio percebeu a importância daquelas mudanças para um desenvolvimento mais coerente da UDM.

Quadro 52. Objetivos, conteúdos, forma de alcançá-los e avaliação.

| OBJETIVO                     | CONTEÚDOS                                              | MEIO                                                                                                            | AVALIAÇÃO                                                                                                |
|------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Objetivo Geral</i>        | Técnicas de modelagem e modelos atômicos.              | implementando atividades de modelagem.                                                                          | compreensão das características, abrangências e limitações e aplicações de cada um dos modelos atômicos. |
| <i>Objetivo específico 0</i> | Etapas da abordagem metodológica do EFM.               | executando uma atividade de modelagem nas suas diversas etapas.                                                 |                                                                                                          |
| <i>Objetivo específico 1</i> | Modelo atômico de Dalton.                              | reconhecendo suas características e abrangências.                                                               |                                                                                                          |
| <i>Objetivo específico 2</i> | Modelo atômico de Thomson.                             | concluindo sobre as limitações do modelo de Dalton                                                              | características e abrangências do modelo de Thomson.                                                     |
| <i>Objetivo específico 3</i> | Modelo atômico de Rutherford.                          | concluindo sobre as limitações do modelo de Thomson.                                                            | características e abrangências do modelo de Rutherford.                                                  |
| <i>Objetivo específico 4</i> | Modelo atômico de Bohr.                                | concluindo sobre as limitações do modelo de Rutherford.                                                         | características e abrangências do modelo de Bohr.                                                        |
| <i>Objetivo específico 5</i> | Os diversos modelos atômicos como construções humanas. | organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciando a abrangência de cada modelo. |                                                                                                          |
| <i>Objetivo específico 6</i> | Modelos atômicos.                                      | checando os conhecimentos dos alunos por meio de avaliação tradicional e digital.                               |                                                                                                          |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Em relação à escolha dos verbos no infinitivo e no gerúndio, todos apresentam-se adequados conforme apresentado as instruções do Quadro 18 (FERRAZ; BELHOT, 2010). As escolhas foram: aplicar/executando; lembrar/reconhecendo; analisar/concluindo; analisar/organizando/diferenciando; avaliar/checando.

A análise do Quadro 52 permite concluir que da forma como os objetivos estão propostos é possível identificar os conteúdos, forma de alcançá-los e meios para avaliação. Portanto, o critério A3 da UDM reelaborada foi considerado adequado.

Para a análise do critério A4, desenvolveu-se o Quadro 53, que relaciona as dimensões conhecimento e processo cognitivo dos objetivos previstos para UDM reelaborada (verde) e para a versão da intervenção (azul). Para a versão da intervenção o professor desenhou 2 novas SD e, portanto, foram relatados 7 objetivos específicos.

Quadro 53. Processo cognitivo dos objetivos propostos pelo professor Hélio, segundo a taxonomia de Bloom revisada para a UDM reelaborada.

| Dimensão conhecimento  | Dimensão processo cognitivo |                   |                                                    |                                                          |                                        |       |
|------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------|
|                        | Lembrar                     | Entender          | Aplicar                                            | Analisar                                                 | Avaliar                                | Criar |
| Efetivo/ Factual       | <i>Objetivo 1</i>           |                   | <i>Objetivo 0</i>                                  |                                                          |                                        |       |
| Conceitual/ Princípios |                             | <i>Objetivo 5</i> | <i>Objetivo geral</i><br><i>Objetivo Geral</i>     | <i>Objetivos 2, 3 e 4</i><br><i>Objetivo 2, 3, 4 e 5</i> | <i>Objetivo 1</i><br><i>Objetivo 6</i> |       |
| Procedimental          |                             |                   | <i>Objetivo geral</i><br><i>Objetivo Geral e 0</i> |                                                          |                                        |       |
| Metacognitivo          |                             |                   |                                                    |                                                          |                                        |       |

Legenda: em azul os objetivos da primeira versão da UDM e em verde a versão reelaborada.  
Fonte: elaboração própria.

Na versão reelaborada da UDM pode-se verificar que o objetivo geral apresenta o mesmo problema detectado na primeira versão da UDM, ou seja, a dimensão processo cognitivo se apresenta em uma dimensão menos complexa do que a maioria dos objetivos específicos. No entanto, o problema de apresentar objetivos com o mesmo propósito em dimensões diferentes foi resolvido com remodelação do objetivo da SD1 “Oh Dalton! Foste longe demais!” (Trecho XXXXIII da reunião de orientação).

Importante fazer uma ressalva aqui de que o objetivo específico da SD6, da forma como foi escrito, está mais atrelado a uma ideia de objetivo de ensino do professor, do que objetivo instrucional de aprendizagem do aluno. Ou seja, está mais

ligado a uma perspectiva de objetivo para guiar o trabalho do professor, do que um objetivo que deixar claro para o aluno o que ele deve aprender.

Em relação à dimensão conhecimento, pode-se notar que nessa nova versão da UDM foram reduzidos os espaços em branco na tabela e respeitada a ordem hierárquica do conhecimento, sendo preenchido o campo efetivo/factual com os 2 primeiros objetivos específicos. Ademais, os outros objetivos específicos estão no nível subsequente.

O objetivo da SD0 foi classificado na dimensão processo cognitivo como efetivo/ factual, por se tratar do entendimento e uma simples aplicação dos princípios da modelagem. Foi classificado como procedimental, porque se trata da aprendizagem do procedimento, das etapas a serem aplicadas, da modelagem.

O objeto da SD1 foi entendido como efetivo/ factual pois é uma atividade de relembrar um conteúdo básico que pré-requisito para a UDM. Conforme descreve o professor, o modelo de Dalton já foi trabalhado com as turmas de 2º ano em outros momentos.

Os objetivos das SD 2, 3, 4, 5 e 6 foram posicionados na dimensão conceitual/ princípios do conhecimento. A classificação está vinculada ao fato de os objetivos buscarem a aplicação de conhecimentos básicos a um contexto mais elaborado. Não podem ser colocados na dimensão efetivo/factual, pois não está fundamentado apenas em uma simples reprodução de um conhecimento.

O objetivo geral foi classificado como conceitual/ princípios e procedimental, pois trata da aprendizagem da técnica de modelagem e do estudo dos vários modelos atômicos. Portanto, o professor pretende que os alunos, além de aprenderem a teoria sobre os modelos atômicos, saibam desenvolver os passos da modelagem.

Devido à persistência do problema do objetivo geral, o critério A4 foi classificado como parcialmente adequado. É preciso ressaltar, no entanto, que essa nova versão da UDM apresenta um grande avanço na estrutura dos objetivos, pois além de cobrir uma parte maior do quadro da taxonomia de Bloom revista, também resolveu o problema da SD relacionada ao modelo atômico de Dalton.

O critério A5 se manteve adequado, pois na UDM reelaborada não foi inserida ou retirada nenhuma estratégia didática em relação às UDM inicial e da intervenção. Assim, o professor trabalha em seu planejamento com múltiplas estratégias didáticas, sendo elas: I) aula expositiva e dialogada; II) práticas experimentais; III) jogos didáticos; IV) “tempestade de modelos”; V) avaliação tradicional. Além dessas

declaradas na seção estratégias didáticas, o professor trabalha com: I) TIC; II) trabalhos em grupo; III) apresentação dialogada. Importante destacar que, na perspectiva do referencial seguido pela UDM (ALVES; BEGO, 2020), avaliação tradicional não é considerada uma estratégia didática.

As estratégias didáticas descritas no parágrafo anterior são compatíveis com os objetivos de aprendizagem descritos no Quadro 51. Aula expositiva e dialogada e as práticas experimentais podem ser utilizadas para testar os modelos sugeridos pelos alunos, além de possibilitar se trabalhar com evidências experimentais que podem ser empregadas para levantar limitações e abrangências dos diversos modelos atômicos, que são objetivos específicos das SD 0, 1, 2, 3 e 4. A “tempestade de modelos” pode ser utilizada para organizar as informações características de cada modelo, objetivo específico da SD5. A TIC e o jogo didático (Quiz) são compatíveis com a avaliação digital proposta no objetivo da SD6. O critério A6, portanto, foi considerado adequado.

Um ponto importante a se destacar em relação às estratégias didáticas é que, nessa versão reelaborada da UDM, o professor reconheceu que o EFM não é uma estratégia didática. Todos os campos que apresentavam o EFM como estratégia didática foram retirados. Isso é um indicativo de que o professor aprofundou seus saberes da didática específica e metadisciplinas, componentes das fontes do conhecimento profissional desejável (Figura 39).

Para a análise do critério A7, relação entre os objetivos de aprendizagem e as estratégias e instrumentos de avaliação, foi desenvolvido o Quadro 54.



Quadro 54. Objetivos específicos e instrumentos de avaliação/materiais de aprendizagem correspondentes.

| OBJETIVO                                                                                                                                                                | INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO/ MATERIAIS DE APRENDIZAGEM                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>SD0</u> : aplicar a abordagem metodológica do EFM numa situação problema executando uma atividade de modelagem nas suas diversas etapas.                             | Exposição da hipótese do material que se encontra na caixa.                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Envolvimento dos alunos na atividade de modelagem denominada “caixa misteriosa”, argumentação escrita e oral quanto aos materiais presentes nas caixas.                                                                      |
| <u>SD 1</u> : lembrar do modelo atômico de Dalton, reconhecendo suas características e abrangências.                                                                    | I) análise das respostas dos alunos no material de aprendizagem; II) análise da argumentação dos alunos durante os questionamentos.                                                                                                                                                                                                               | Observação dos alunos na aula expositiva dialogada, análise das respostas dos alunos aos diversos questionamentos presentes no material de aprendizagem.                                                                     |
| <u>SD 2</u> : Analisar o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre limitações do modelo de Dalton e as características e abrangências do modelo de Thomson.           | I) análise das respostas dos alunos no material de aprendizagem elaborado para o desenvolvimento da UDM; II) experimento mental do modelo; III) observação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo; IV) análise da apresentação do grupo na etapa de socialização; V) análise do material produzido pelos alunos no final da SD.         | Análise das proposições em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e observação dos alunos na atividade de modelagem como um todo. |
| <u>SD 3</u> : analisar o modelo atômico de Rutherford, concluindo sobre as limitações do modelo de Thomson e as características e abrangências do modelo de Rutherford. | I) análise dos modelos produzidos pelos alunos nas etapas de “Vamos testar!”, “Tá de acordo!” e “Vamos reelaborar!”, II) análise dos modelos apresentados durante a etapa de socialização; III) observação dos questionamentos promovidos pelos alunos durante a socialização; IV) reelaboração das ideias dos alunos ao término da socialização. | Análise da produção dos alunos durante as atividades de EFM, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo.                   |

|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>SD4:</u> Analisar o modelo atômico de Bohr, concluindo sobre as limitações do modelo de Rutherford e as características e abrangências do modelo de Bohr.</p>                                | <p>análise dos modelos produzidos pelos alunos nas etapas de “Vamos testar!”; “Tá de acordo!” e “Vamos reelaborar!”; II) observação do envolvimento dos alunos nas atividades em grupo; III) análise das respostas dos alunos no material de aprendizagem elaborado para o desenvolvimento da UDM; IV) observação da socialização do modelo consensual elaborado pelo grupo.</p> | <p>análise das proposições em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e observação dos alunos na atividade de modelagem como um todo.</p> |
| <p><u>SD5:</u> Analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas, organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciando a abrangência de cada modelo.</p> | <p>I) análise do material de aprendizagem preenchido durante o desenvolvimento da SD; II) envolvimento na atividade/ respostas corretas aos questionamentos propostos; III) envolvimento dos alunos nas atividades em grupo; IV) socialização das características, abrangências e limitações de cada modelo pelos grupos.</p>                                                    | <p>Observação dos alunos no <i>brainstorming</i> e nos trabalhos em grupo. Além da socialização dos conhecimentos pelos grupos.</p>                                                                                                 |
| <p><u>SD6:</u> Avaliar a aprendizagem dos diversos modelos atômicos estudados, checando os conhecimentos dos alunos por meio de avaliação tradicional e digital.</p>                               | <p>Análise do material de aprendizagem preenchido durante o desenvolvimento da SD; II) observação dos alunos nas respostas aos questionamentos propostos; III) avaliação da aprendizagem em grupos por meio da plataforma de avaliação Kahoot®; IV) avaliação escrita modelos atômicos.</p>                                                                                      | <p>Análise do desempenho dos alunos no Quiz como um todo e na avaliação escrita individual.</p>                                                                                                                                     |

Fonte: elaboração própria com dados de pesquisa.

Um ponto importante do quadro é que o problema encontrado na primeira versão da UDM, em relação à falta de articulação entre o objetivo de ensino e estratégia de avaliação da “caixa misteriosa” foi solucionado nesta versão reelaborada, objetivo da SD0. As propostas que os alunos farão em relação à “caixa misteriosa” serão utilizadas para avaliar se eles aprenderam a utilizar a modelagem em uma situação-problema. A necessidade dessa mudança foi discutida no Trecho XXXXVI da reunião de orientação antes da versão reelaborada da UDM.

Os objetivos específicos das SD 1, 2 ,3 e 4 estão adequados com as estratégias e instrumentos de avaliação, pois limitações, características e abrangências dos diversos modelos são pontos abordados durante as etapas da modelagem, que são propostas como instrumentos e estratégias de avaliação. O professor propõe, por exemplo, analisar os modelos produzidos pelos alunos, a apresentação durante a socialização, a reelaboração das ideias depois da socialização, entre outros. Todas essas análises estão apoiadas no material de aprendizagem produzido para a UDM (ANEXO E).

O objetivo específico da SD5 está adequado com os instrumentos e estratégias de avaliação, pois o objetivo de que os alunos organizem as informações características de cada um dos modelos, diferenciando a abrangência de cada modelo, pode ser verificado durante o levantamento das ideias na “tempestade modelos” (*brainstorming*).

O objetivo da SD6 está bem articulado com os instrumentos e estratégias de avaliação. O objetivo propõe verificar a aprendizagem dos vários modelos atômicos, checando os conhecimentos dos alunos por meio de avaliações tradicional e digital e, são propostos nos instrumentos e estratégias de avaliação um quiz digital e uma avaliação escrita tradicional.

Além disso, os critérios de avaliação relacionados ao conteúdo de soluções das primeiras versões da UDM foram consertados nessa versão. Assim, o critério de avaliação A7 que antes foi considerado parcialmente adequado, nessa versão da UDM é considerado adequado.

As análises feitas para a primeira versão da UDM em relação à articulação dos recursos didáticos e organização da sala de aula com as estratégias didáticas também se aplicam aqui, pois não houve grandes mudanças para esses elementos do planejamento. Em relação às novas SD (SD0 e SD6), pode-se dizer que recursos e organização da sala de aula estão adequados com as estratégias didáticas.

Na SD0 é proposta como estratégia didática uma atividade prática e para executá-la são previstas 8 “caixas misteriosas” e o material de aprendizagem produzido. Na organização da sala de aula são previstos momentos de carteiras enfileiradas individualmente para uma apresentação inicial e carteira em grupo para a realização da atividade da “caixa misteriosa”.

Na SD6 é sugerida a utilização de um quiz digital e uma avaliação escrita como estratégias didáticas. Para o quiz é descrito como recursos projetor multimídia,

celulares e a sala de computadores acessa. Além disso, é prevista uma prova escrita. A organização da sala está adequada, pois é sugerido momento de formação de grupos para o quiz e momentos de formação individual para a prova escrita.

Em relação ao critério de avaliação A9, ocorreu uma mudança importante em relação a UDM da intervenção. O professor passou a considerar o tempo que se perderia para que os alunos se acomodassem na sala de uma aula para outra. Assim, em alguns trechos nos quais o professor previa aulas de 50 minutos na UDM da intervenção, foram substituídos pela expressão “1 aula: tempo real de 40 minutos”. A necessidade de incluir esse gasto de tempo no planejamento foi discutido na reunião de orientação nos Trechos *LI*, *LII* e *LIII*. A proposta do professor parece muito coerente, pois se analisarmos a Tabela 1 pode-se contatar que o tempo média real de aula durante a intervenção didático-pedagógica foi de 42 minutos.

Apesar disso, o professor não prevê o tempo de atividades como a formação de grupos, mudança na organização da sala de aula, tempo gasto para montagem de experimentos, entre outros. Dessa forma, o critério A9 passou a ser considerado parcialmente adequado, uma vez que o professor considerou uma das fontes mais importante de tempo que não se refere a atividades didáticas em si.

➤ *Abordagem metodológica com eixo axial do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM*

Em relação ao critério B1, articulação dos conteúdos propostos com a abordagem metodológica, pode-se considerar adequado. Como os conteúdos não foram ampliados, apenas organizados de forma diferente, esses são adequados para se trabalhar na perspectiva do EFM.

Da mesma forma, a avaliação do critério B2 se manteve adequado. A abordagem metodológica é a mesma que a selecionada na primeira versão da UDM, portanto, as mesmas análises se aplicam para essa versão.

Como pode ser observado no Quadro 51, o objetivo geral da UDM está baseado na modelagem, portanto, pode-se dizer que apresenta adequação com o EFM. Os objetivos específicos estão diretamente articulados à modelos científicos e atômicos, que são fonte principal da perspectiva do EFM. Pode-se concluir, então, que o critério B3 pode ser classificado como adequado.

Como não houve mudanças significativas nas atividades propostas (Apêndice G), apenas um reposicionamento das atividades para se adequarem a nova estrutura de SD, a avaliação do critério B4 continuará parcialmente adequada para UDM reelaborada. Como descrito no bloco da primeira versão da UDM, uma avaliação tradicional não está bem articulada com os princípios fundamentais do EFM.

O critério de avaliação B5 foi considerado satisfatório. O professor utiliza em seu planejamento as seguintes estratégias didáticas: I) aula expositiva e dialogada; II) práticas experimentais; III) jogos didáticos; IV) “tempestade de modelos”; V) avaliação tradicional; VI) TIC; VII) trabalhos em grupo; VIII) exposição dialogada. As práticas experimentais, o Quiz, TIC e as aulas expositivas e dialogadas podem ser utilizadas no EFM, sem ferir nenhum princípio fundamental da abordagem, desde que não sejam a estratégia principal, que deve ser a modelagem. Os trabalhos em grupo e a exposição dialogada são essenciais para socialização de ideias nessa abordagem metodológica.

Para analisar a relação entre o EFM e os instrumentos e estratégias de avaliação foram utilizados o Quadro 29, que apresenta as características principais da abordagem metodológica, e o Quadro 54, que apresenta os instrumentos e estratégias de avaliação sugeridas para o planejamento. A maioria dos instrumentos de avaliação propostos para UDM está bem articulada com o EFM, pois estão focados em uma etapa específica do EFM, por exemplo: análise dos modelos produzidos pelos alunos nas etapas de “Vamos testar!”, “Tá de acordo!” e “Vamos reelaborar!”, observação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo; análise da apresentação do grupo na etapa de socialização; socialização das características, abrangências e limitações de cada modelo pelos grupos; entre outras.

Além disso, a maioria das estratégias de avaliação está focada na observação dos modelos elaborados, na etapa de socialização, na argumentação sobre os modelos produzidos e na participação da atividade de modelagem. Portanto, essas estratégias estão bem articuladas com EFM.

No entanto, a avaliação do critério B6 permanece sendo parcialmente adequada, fundamentado nas discussões feitas para a primeira versão da UDM em relação à utilização de uma avaliação tradicional em uma UDM centrada no EFM.

Assim, o instrumento de análise da UDM reelaborada produzida pelo Professor Héllio ficou preenchido como indicado no Quadro 55.

Quadro 55. Análise da UDM inicial.

| Interrelação entre os vários elementos do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM |                                                                                                                                  |          |              |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|-----|
| ID                                                                                          | Critérios de avaliação                                                                                                           | Adequado |              |     |
|                                                                                             |                                                                                                                                  | SIM      | PARCIALMENTE | NÃO |
| A1                                                                                          | A UDM pode ser desenvolvida no contexto real da intervenção?                                                                     | X        |              |     |
| A2                                                                                          | Os conteúdos definidos estão articulados com as orientações curriculares oficiais?                                               | X        |              |     |
| A3                                                                                          | Os objetivos respeitam a estrutura da taxonomia de Bloom revisada e apresentam coerência com os conteúdos propostos?             | X        |              |     |
| A4                                                                                          | Os níveis da dimensão dos processos cognitivos e conhecimento estão adequados nos objetivos geral e específicos?                 |          | X            |     |
| A5                                                                                          | São propostas múltiplas estratégias didáticas?                                                                                   | X        |              |     |
| A6                                                                                          | As estratégias didáticas apresentam correspondências com os objetivos de aprendizagem?                                           | X        |              |     |
| A7                                                                                          | Os instrumentos/estratégia de avaliação/ materiais de aprendizagem apresentam relação com os objetivos propostos na UDM?         | X        |              |     |
| A8                                                                                          | Os recursos didáticos e a organização da sala estão adequados para trabalhar dentro das premissas das estratégias didáticas?     | X        |              |     |
| A9                                                                                          | As SD preveem tempo para atividades que não estão relacionadas com o conteúdo, com o propósito de adequar tempo e conteúdo?      |          | X            |     |
| Abordagem metodológica como eixo axial do planejamento didático-pedagógico no modelo da UDM |                                                                                                                                  |          |              |     |
| ID                                                                                          | Critérios de avaliação                                                                                                           | Adequado |              |     |
|                                                                                             |                                                                                                                                  | SIM      | PARCIALMENTE | NÃO |
| B1                                                                                          | Os conteúdos são adequados para serem trabalhados na abordagem metodológica?                                                     | X        |              |     |
| B2                                                                                          | A abordagem metodológica permite trabalhar com algumas concepções alternativas e/ou obstáculos epistemológicos sobre a temática? | X        |              |     |

|    |                                                                                                            |   |   |  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--|
| B3 | Os objetivos geral e específicos estão relacionados com a abordagem metodológica?                          | X |   |  |
| B4 | As atividades propostas na UDM estão articuladas com os princípios fundamentais da abordagem metodológica? |   | X |  |
| B5 | As estratégias didáticas propostas estão relacionadas com os princípios da abordagem metodológica?         | X |   |  |
| B6 | As estratégias/instrumentos de avaliação estão de acordo com os princípios da abordagem metodológica?      |   | X |  |

Fonte: Elaboração própria

Em termos quantitativos, o 1º bloco de análises da UDM reelaborada apresenta 7 critérios considerados adequados, 2 parcialmente adequados e nenhum inadequado. Já o 2º bloco apresenta 4 critérios adequados, 2 parcialmente adequados e nenhum inadequado. No total, somando o 1º e 2º blocos, a avaliação resultou em 11 critérios adequados, 4 parcialmente adequados e nenhum inadequado. Todos esses dados estão sumarizados na Tabela 4 e esquematizados na Figura 68.

Tabela 4. Resultados em termos qualitativos da avaliação da versão reelaborada da UDM do professor Hélio.

| BLOCO DO INSTRUMENTO      | NÚMERO DE CRITÉRIOS |              |            |
|---------------------------|---------------------|--------------|------------|
|                           | ADEQUADO            | PARCIALMENTE | INADEQUADO |
| <i>Primeiro</i>           | 7                   | 2            | 0          |
| <i>Segundo</i>            | 4                   | 2            | 0          |
| <i>Primeiro e segundo</i> | 11                  | 4            | 0          |

Fonte: elaboração própria.

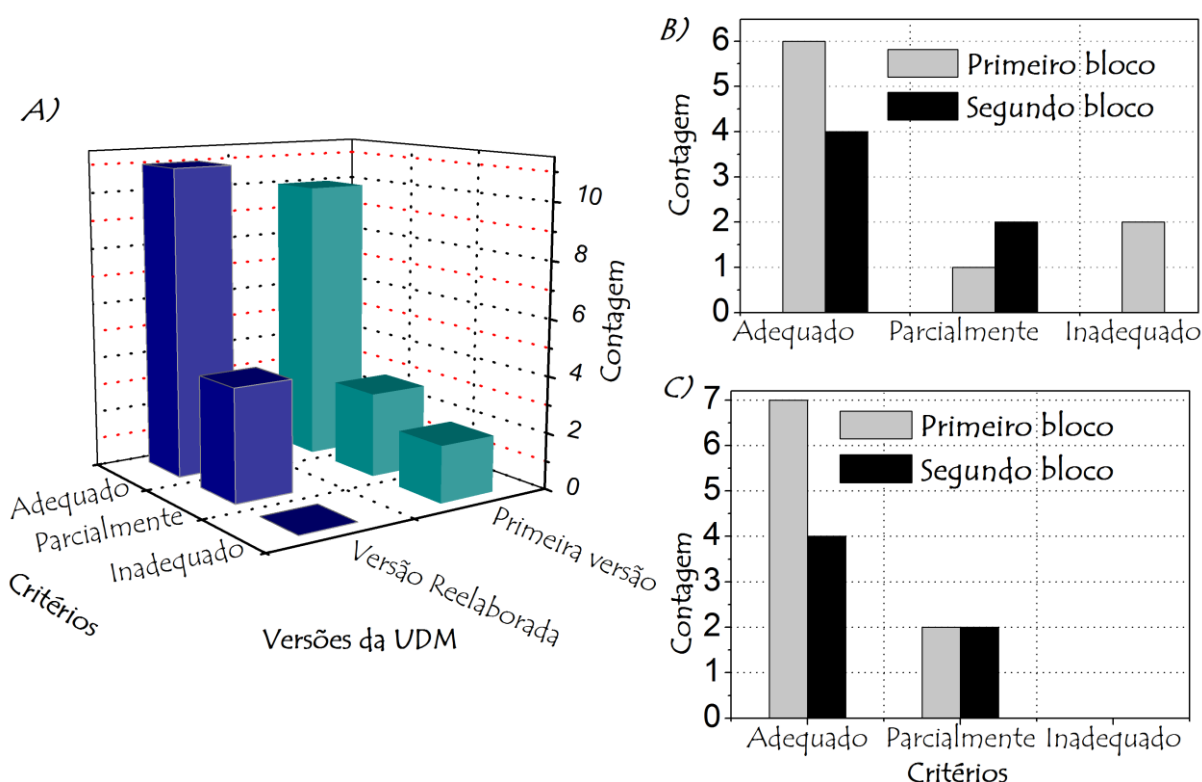


Figura 68. Gráficos das análises. A) Comparação em termos de números totais das versões da UDM. B) e C) Contagem dos critérios considerando 1º e 2º blocos separadamente da primeira versão da UDM e da versão reelaborada, respectivamente

Fonte: elaboração própria.

Ao se comparar a Tabela 2, primeira versão da UDM, com a Tabela 4, versão reelaborada da UDM, por meio do gráfico da Figura 68, pode-se observar que o número de critérios adequados aumentou de 10 para 11 e o número de critérios inadequados foi de 2 para 0. Isso indica que houve um refinamento da relação entre os elementos do planejamento e dos elementos com a abordagem metodológica na UDM replanejada.

Esse refinamento pode estar relacionado às reflexões individuais realizadas pelo professor sobre sua própria prática e pelos momentos de reflexão coletiva com seu orientador, que geraram várias mudanças na UDM reelaborada, como destacado ao longo do texto. A perspectiva que se defende é que, todo esse movimento crítico e reflexivo de ajuste na articulação dos elementos do planejamento, tanto individual quanto coletivo, propiciam que o professor adquira/articule/ressignifique as fontes do conhecimento profissional desejável. Dessa forma, o aumento da complexidade das relações entre os elementos do planejamento e com a abordagem metodológica gera



indícios de que articulação entre as fontes do conhecimento profissional desejável estão se tornando mais complexas e que os conhecimentos dessas fontes estão mais refinados.

Mais indícios de momentos de reflexão sobre estes tipos de articulações são analisados na próxima subseção, baseada na entrevista realizada com o professor Hélio depois da reelaboração da UDM.

#### 4.3.3.3 Análise da entrevista desenvolvida depois da reelaboração da UDM

A entrevista analisada nesta subseção ocorreu depois da reelaboração da UDM. A condução da entrevista se baseou no instrumento apresentado no Apêndice C e foi desenvolvida pelo pesquisador, com o professor Hélio, sem a presença do orientador William.

Nos Trechos *LXIII* e *LXIV* o professor Hélio relembra como foi pensada a articulação entre o EFM e os conteúdos de aprendizagem (critério de análise B1) e como essa escolha foi balizada pelas orientações curriculares oficiais (critério de análise A2). Na fala do professor fica patente, também, a importância dos momentos de discussão coletiva com o orientador para essa escolha:

**Trecho *LXIII*:** *Hélio: - [...] inicialmente, eu estava prevendo a aplicação do material para o 1º semestre de 2019 e eu precisava pensar no tema para fazer o desenvolvimento. Então, para a UDM tanto faz o tema 1, o tema 2. E logo de cara, isso no 1º semestre de 2018, eu pensei em elaborar a UDM com base em soluções, porque eu acredito que daria para escutar muita coisa relacionado a soluções e fazendo uso da questão da autonomia docente dentro do processo de planejamento didático-pedagógico. Só que no meio do ano, depois que eu fiz a disciplina Instrumentação para o Ensino de Química<sup>81</sup>, lá por julho e agosto, eu descobri que se fosse fazer uma UDM, uma UDM trabalhando a questão de soluções, no 1º semestre do ano de 2019, o trabalho ficaria de uma pobreza incrível se eu fosse usar o EFM. Dentro de uma escola estadual eu tenho que lembrar, que eu trabalho com o currículo do estado de São Paulo. E dentro do currículo do estado de São Paulo eu não abordo a parte de forças de interação intermolecular no 1º ano. Isso é um material geralmente estudado no 2º ano. Então, eu não teria muito como trabalhar com soluções, iria ficar um trabalho em que eu iria só ter pontinhos de um lado, pontinhos do outro, para fazer o desenvolvimento do EFM. O meu orientador sugeriu que era bom eu pensar em alguma outra coisa. Nessa alguma outra coisa, acabamos, observando que seria melhor o estudo de*

---

<sup>81</sup> A disciplina de Instrumentação para o Ensino de Química faz parte da grade curricular do curso de Licenciatura em Química. Nessa disciplina, dentro outras coisas, são discutidos os fundamentos da UDM.

*modelos atômicos, dentro do EFM. É um assunto completamente novo e diferente. Eu tinha um monte de materiais de soluções que eu tinha pesquisado, estudado e, precisei, praticamente, reescrever a UDM considerando agora a questão de modelos atômicos. Ficou até melhor, na minha concepção, porque ficou muito presente a modelagem, basicamente.*

Entrevistador: - Então, você tinha uma limitante que seria conteúdos desenvolvidos no 1º semestre do 2º ano?

Hélio: - Exato!

Entrevistador: - Segundo a apostila do estado de São Paulo?

Hélio: - Exato!

Entrevistador: - E o seu 2º critério foi alguma coisa que se encaixa na abordagem metodológica?

Hélio: - Exato! (DADOS DE PESQUISA).

Como o Trecho *LXIII* evidencia uma importante participação do William na escolha do conteúdo, o entrevistador questiona:

**Trecho *LXIV*:** Entrevistador: - Qual que foi a interferência do orientador para essa troca de tema?

Hélio: - (...) *mostrar que do jeito que eu tinha feito antes, eu até mostrei para ele depois, que eu teria uma coisa muito simples e que, às vezes, você não conseguiria explorar a riqueza do EFM, porque vamos falar sério, tudo que você vai explicar que é só pontinho de um lado, pontinho de outro, vai ficar uma coisa interessante? Não vai. Então, é pontinho para cá, pontinho para lá. Agora, quando você está trabalhando a questão de modelos atômicos, a parte de você modelar exige do aluno, muito mais. Então, acho que é o grau de desafio mesmo. O orientador ajudou a enxergar que, às vezes, é preciso retroceder e repensar para fazer algo que, realmente, seja condizente, mas é aquele esquema, o orientador, orienta, e não fala o que faz. Depende do seu processo de tomada de escolha, tomada decisão, que foi minha (DADOS DE PESQUISA).*

Os trechos mostram o quanto a estrutura da própria UDM e as reflexões coletivas, durante as reuniões de orientação, foram importantes para auxiliar o professor Hélio na articulação entre a abordagem metodológica e o conteúdo. Em um determinado momento da entrevista o professor discorre de como foi pensada a interação dos objetivos específicos com o objetivo geral de pesquisa (critério A4), Trecho *LXV*:

**Trecho LXV:** Entrevistador: - [...] como você estruturou o conteúdo? Como você pensou essa estruturação? O que influenciou na estruturação?

*Hélio: - [...] bem a estrutura em si é definida pelos objetivos. Então, eu tinha um objetivo geral e os objetivos específicos. Eu acabei tentando estruturar o desenvolvimento dos conteúdos, ou seja, cada sequência didática, em cima de 1 dos objetivos que fora pré-estabelecidos, objetivos específicos. Para que no final de tudo acabasse remetendo ao objetivo geral, propriamente dito (DADOS DE PESQUISA).*

No Trecho LXV o professor demonstra uma preocupação em desenvolver objetivos específicos que levem à consecução do objetivo geral. Essa é uma importante inter-relação dos elementos do planejamento que pode ter desencadeado da própria ação de desenvolvimento do planejamento no modelo da UDM. Ainda em relação à proposição dos objetivos, o professor Hélio comenta:

**Trecho LXVI:** *Hélio: -Nesse caso eu vi, teoricamente, que ficou uma aula que era para fazer o episódio 9, que seria a tempestade de modelos atômicos e fazer o Kahoot®. Então, para fazer o desenvolvimento da tempestade modelos atômicos que, bem ou mal, serve também como uma avaliação, ao meu ver, porque aí você consegue ver todas as concepções da sala de uma maneira geral. Que eles têm em relação aos diversos modelos atômicos, tanto que em uma sala deu para ver que eles sabiam certinho separar os modelos. A outra sala, você viu que eles tinham confusões. Aquela outra sala chegava sexta-feira todo mundo faltava. Então, a gente até percebe os motivos claramente. Eu acho que ficou pouco tempo tanto que eu acho que tempestade de modelos atômicos e o Kahoot® eu tinha que separar, tá? E para que eu pudesse fazer a tempestade modelos atômicos dentro de uma ótica (...) não é dentro de uma ótica, de uma habilidade cognitiva de maior, como analisar [...]eu estava querendo desenvolver dentro uma habilidade cognitiva de mais alta ordem, que seria analisar. Só que nesse caso, para fazer em 1 aula, até poderia fazer em 1 aula fazendo uma habilidade cognitiva menor, ou lembrar ou entender. E aí o grande problema é que vou reduzir a habilidade cognitiva exigida? Ou vou tentar manter a habilidade de analisar e dar mais tempo para os alunos fazerem isso? Então, dentro do processo de reformulação, pensei que era melhor manter a habilidade de analisar e manter o Kahoot® em 1 aula só. Então, faz em 1 aula e outro na outra aula. Juntar as 2 atividades avaliativas no mesmo dia não dá tempo para a execução, infelizmente. Melhor mais tempo, do que menos tempo (DADOS DE PESQUISA).*

Nessa fala, o professor Hélió mostra a preocupação da seleção do verbo no infinitivo, da taxonomia de Bloom revisada, para guiar o nível da dimensão cognitiva das atividades que se pretende trabalhar. Ainda em relação a essa escolha, o professor argumenta:

**Trecho LXVII:** *Hélió: - [...] dentro do processo de reelaboração, eu até mesmo, ao invés de supor 9 aulas, eu acabei realmente colocando como sendo 10 aulas. 1 aulinha a mais, melhor, porque é mais tempo para desenvolver a parte de avaliação, por meio da tempestade de modelos, dentro de uma ordem cognitiva mais elevada, que seria mesmo analisar e não lembrar ou entender. Isso daria mais espaço para o desenvolvimento das atividades em grupo e não eu apontando, colhendo apenas a opinião deles na lousa e colocando. E no final fazendo uma correção rápida que eu acho que seria algo não muito legal. Dar tempo, também, de desenvolver com calma a atividade do Kahoot®, só que antes é interessante eu promover, em algum momento, um processo de familiarização dos alunos, antes de fazer essa atividade com fins avaliativos (DADOS DE PESQUISA).*

Quando questionado sobre a quantidade de aulas atribuídas a cada SD, o professor Hélió faz uma importante explanação da relação entre o EFM e os conteúdos programáticos (critério B1):

**Trecho LXVIII:** *Hélió: - A 1ª e a 2ª, ela foi mais em cima do modelo atômico de Dalton. E, bem ou mal, ela foi pensada em cima da caixa fechada, que era para dar uma noção para os alunos da modelagem em si. Do trabalho do cientista que tem a incerteza sempre inserida dentro do processo. E dentro dessa SD tinha uma retomada do modelo atômico de Dalton, que foi bem fora dos preceitos do EFM, certo? Mas era necessário, porque quando você está falando do modelo atômico de Dalton, ele é o 1º modelo e serve como um elemento analógico muito forte para os alunos depois formular os demais modelos atômicos. Pelo menos o modelo atômico de Thomson, que é basicamente uma espera também. (DADOS DE PESQUISA).*

O Trecho LXVIII mostra o esforço desenvolvido pelo professor para trabalhar os conteúdos dentro da perspectiva do EFM. Aqui pode-se ver todo o processo reflexivo de aliar currículo oficial, abordagem metodológica e conteúdo.

Em sua fala, o professor Hélió também mostra uma reflexão importante de como ocorreu, na prática, a articulação entre as atividades propostas e o EFM (critério B4):

**Trecho LXIX:** *Hélio: -[...] eu vi que os alunos estavam com muita dificuldade de transcrever a ideia mental na forma discursiva, por exemplo. Então, eu achei interessante, ao invés de colocar eles representaram a ideia mental para discursiva e, depois da discursiva passar para forma esquemática, achei mais interessante retirar aquilo e que todo mundo colocasse a representação mental por meio de desenhos. Para facilitar um pouco o processo para eles, porque tem alguns que tem dificuldade, realmente, de exposição de ideias por meio escrito. (DADOS DE PESQUISA).*

Na passagem, é comentado sobre o momento de expressão do modelo mental. Hélio relata que inicialmente tinha pensado a atividade para ser inicialmente escrita e só depois ser expresso o modelo na forma de desenho. Porém, na prática, a fase de descrição do modelo teve que ser alterada para se adaptar melhor as demandas dos alunos. É um esforço a adaptar o planejamento didático-pedagógico para o contexto real da intervenção.

Durante a entrevista foi relatado como ocorreu a interação das estratégias didática com o EFM (critério B5). Essas são apresentadas nos Trechos LXX e LXXI. No Trecho LXX ao ser questionado sobre as dificuldades práticas de se trabalhar com o EFM, o professor responde:

**Trecho LXX:** *Hélio: -Em alguns momentos fazê-los participarem e tentar que eles formulem a ideia ou participassem desse processo. Então, até a aula expositiva-dialogada, na verdade, acho que foi usada com maior frequência até que outras. E nesse caso, eu achei que seria mais adequado para propor rapidamente os objetivos necessários para construção de um novo modelo, de uma maneira rápida. Até mesmo a parte de vídeo, inicialmente, eu estava pensando em fazer aplicação de vídeo, mas eu pensei, vídeo eles não vão prestar muita atenção. Eles vão se dispersar, então era mais fácil, acho que, pela aula expositiva-dialogada. Você fazer essa parte de uma apresentação clara e objetiva dos elementos necessários (DADOS DE PESQUISA).*

Hélio também comenta da necessidade de se utilizar a estratégia didática de trabalhos em grupo para trabalhar no EFM:

**Trecho LXXI:** *Hélio: - Modelagem, quando você está falando do EFM e não tem como eu não abordar essa questão. Ele trabalha muito a questão da socialização das informações, então so-ci-a-li-za-ção não tem como ser um processo individual, cada um no seu quadrado ali fazendo. Obrigatoriamente os alunos teriam que estar em grupos, para que eles tentassem construir o modelo. É claro que na hora que eu fiz o material tentei colocar um momento em que eles pensassem individualmente a ideia, para depois eles colocarem as ideias que eles tinham de acordo ou não, para que a provável reelaboração desse tempo E depois cada grupo tinha que socializar o seu material, não somente dentro do grupo, mas socializar esse material para os demais grupos da sala de aula, propriamente dita. Então, a própria fundamentação, a abordagem metodológica, exigia esse formato em grupos (DADOS DE PESQUISA).*

Além de mostrar decisões voltadas à busca de articular os elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica, da importância do próprio modelo da UDM e das reuniões de orientação, os trechos da entrevista explicitam que as reflexões sobre a prática real de sala de aula, guiadas pela estrutura de tarefas da UDM, são essenciais para que essas articulações fiquem mais complexas e mais refinadas para o contexto da intervenção. Isso pode ser observado na fala do professor no Trecho LXXII, quando questionado sobre as impressões do modelo de planejamento da UDM:

**Trecho LXXII:** *Hélio: - Então, ela exige muito de você, professor, mas eu acredito que ela tenha facilitado e muito a minha vida. Nem sempre, exigir muito, quer dizer que complica muito, ao contrário, facilita. E é claro que ela nos auxilia depois nesse processo de reelaboração. A UDM no final das contas é uma(...), é um planejamento didático-pedagógico vivo, ao meu ver, porque o tempo inteiro você também acaba pensando no que vai fazer. Como eu mesmo salientei, em alguns momentos, eu mesmo via durante o planejamento da minha UDM e aplicação, que alguma coisa não estava legal e opa, corria atrás para poder alterar de maneira a ficar mais adequado e repensar (DADOS DE PESQUISA).*

A entrevista permitiu entender melhor o raciocínio do professor em relação à articulação dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica. Nela se encontrou momentos de reflexão sobre os critérios de avaliação A2, A4, B1, B4 e B5. Além disso, em uma fala apareceu a importância de um planejamento estruturado, autoral e flexível para guiar as reflexões sobre a ação com a intervenção em movimento.

Em síntese, esse grande bloco de análise, subseção 4.3.3, apresentou várias mudanças importantes na articulação dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica. Essas mudanças são fruto de uma reflexão em níveis individual e coletivo em relação à intervenção didático-pedagógica realizada. As análises da subseção 4.3.3.1 envolveu a discussão de Hélio com seu orientador em relação aos critérios de análise da UDM A3 (Trechos XXXXII, XXXXIII e LVII), A4 (Trecho XXXXVI), A6 (Trecho XXXXVII), A8 (Trechos XXXXVIII, XXXXIX e L), A9 (Trechos LI, LII e LIII), B1 (Trechos LIV e LV), B3 (Trecho LVII) e B4 (Trecho LIX).

Em relação à articulação dos objetivos com a taxonomia de Bloom revisada e com os conteúdos, na reunião de orientação foram discutidos: adição da palavra “características” nos objetivos específicos, pois o professor entendeu que isso é uma informação importante que os alunos entendam; reorganização dos objetivos específicos para contemplar o fato de que as limitações dos modelos sempre aparecem na SD posterior (reflexão realizadas durante a intervenção e explicitada no Trecho XXXXI); mudança do verbo no infinitivo da SD1 para lembrar (esse problema foi apontado na análise da primeira versão da UDM); adequar a SD5 aumentando o número de aulas ou simplificando a dimensão processo cognitivo, pois nas palavras de Hélio, a atividade da “tempestade de modelos” se revelou de extrema importância para identificar as concepções que os alunos estabeleceram sobre os diferentes modelos. O professor reconheceu, ainda, a falta de um objetivo claro e explícito para a atividade da “caixa misteriosa” (fato apontado na subseção 4.3.1.1).

Foi discutido também a mudança em relação aos recursos didáticos. Hélio conta a dificuldade que os alunos tiveram durante a socialização e sugere utilizar o projetor multimídia para apresentar os modelos consensuais, no lugar da folha de papel A4.

O professor destacou, além do mais, que percebeu dificuldades dos alunos em utilizar o Kahoot® e que uma solução para isso é utilizar essa estratégia didática com mais frequência para que eles se adaptassem à tecnologia. Outra adaptação em relação aos seus alunos, que Hélio ressaltou, é que o modelo expresso foi desenvolvido só por meio de desenho, porque os alunos sentiram dificuldades de descrever suas ideias.

O critério de análise A9 da UDM foi destacada em 3 trechos da reunião de orientação. O professor Hélio comenta que teve um problema de adequar a UDM ao tempo previsto, porque o tempo de 50 minutos de aula não é real. No contexto da

intervenção se perde tempo no deslocamento dos alunos para mudarem de sala; na volta do intervalo, que por questões da merenda, demora um pouco mais para que os alunos cheguem à sala de aula; e com atividades da própria escola que não fazem parte do planejamento, como as discussões do grêmio estudantil. Interessante que, na intervenção, o professor percebeu um problema que tinha sido apontado na primeira versão da UDM por meio do Quadro 27.

William e Hélio fizeram uma longa reflexão sobre a aplicação do EFM para o modelo atômico de Bohr. Devido à complexidade do modelo curricular, eles chegaram à conclusão que foi necessário se fazer o momento de levantamento das informações empíricas de forma mais guiada.

A inferência realizada na análise da intervenção didático-pedagógica (Trecho XXXVIII da subseção 4.3.2), de que o professor tinha tomado consciência da necessidade de propiciar um momento de negociação de um modelo para toda a sala, foi confirmado na reunião de orientação. Hélio relata que se planejou para desenvolver esse momento só que na prática real a tendência de professor explicador acabou fazendo com que ele esquecesse da atividade (Trecho LVI).

Por fim, algumas falas do professor explicitaram a articulação das fontes do conhecimento profissional desejável, os saberes da experiência, os saberes disciplinares básicos e os metadisciplinares (Trechos LX, LXI e LXII).

Todas essas reflexões, somadas a algumas desenvolvidas na reunião de orientação antes da intervenção, geraram uma série de mudanças na UDM reelaborada, dentre elas pode-se citar: proposição de 2 novas SD (SD0 e SD6); aumento de 1 aula na UDM total (10 aulas); mudanças nos objetivos específicos para contemplar as características dos modelos e as limitações do modelo anterior; proposição de um objetivo específico para a atividade da “caixa misteriosa” (SD0); mudança do verbo no infinitivo para a SD de Dalton; acréscimos de objetivos específicos que diminuiriam os espaços em branco da tabela da taxonomia de Bloom revisada; correção da ordem hierárquica em relação à dimensão conhecimento dos objetivos; readequação dos critérios de avaliação que se referiam ao conteúdo de soluções; reconhecimento de que o EFM não é uma estratégia didática; foi aumentado o tempo para a atividade do *Kahoot*®; e os recursos didáticos para a modelagem foram alterados de acordo com a discussão realizada antes da intervenção didático-pedagógica.



Todas essas mudanças resultaram em melhorias na articulação dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica. O reflexo disso, é que o número de critérios adequados aumentou de 10 (na primeira versão da UDM) para 11 (na UDM reelaborada). Os critérios parcialmente adequados aumentaram de 2 para 4 e os inadequados foram zerados.

Dentre os principais problemas de articulação que ainda persistem na UDM reelaborada, pode-se citar: o objetivo geral que continua menos amplo e complexo que os específicos; a utilização de uma avaliação tradicional no final do processo; e o fato do objetivo específico da SD6 ser voltado para o trabalho do professor. Para mais, o professor sugeriu utilizar 10 aulas para desenvolver a UDM, sendo que na intervenção real foram utilizadas 11 aulas em 3 turmas e 12 em 1 turma.

Por fim, depois da reelaboração da UDM foi realizada uma entrevista com Hélio. Nesta, pode-se encontrar falas que explicitaram: a escolha da abordagem metodológica atrelada à natureza dos conteúdos (Trecho *LXIII*); a importância das orientações curriculares oficiais para o desenvolvimento da UDM (Trecho *LXIV*); a estruturação dos conteúdos dependentes dos objetivos estipulados (Trecho *LXV*); a necessidade de reduzir as pretensões da SD5 ou aumentar o número de aulas (Trechos *LXI* e *LXII*); as adaptações necessárias do EFM para a SD de Dalton (Trecho *LXVIII*); a necessidade de mudar o modo de expressão do modelo mental (Trecho *LXIX*); a utilização de aulas expositivas e dialogadas e do trabalho em grupo para a abordagem metodológica do EFM (Trechos *LXX* e *LXXI*); a importância de um planejamento estruturado, fundamentado teoricamente e autoral, como a UDM, para a reflexão sobre a intervenção em movimento (Trecho *LXXII*).

Tendo-se apresentado as análises das 3 etapas de implementação da UDM (planejamento – subseção 4.3.1, intervenção – subseção 4.3.2, reelaboração – subseção 4.3.3) na próxima subseção foi desenvolvido um movimento de triangulação de todos esses dados e resultados.

#### **4.3.4 Triangulação das informações e inferências sobre o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável.**

Para responder à pergunta “*de que modo o processo de implementação de uma UDM incide sobre o desenvolvimento do conhecimento prático-profissional de um professor em formação continuada?*” foram produzidos os blocos de análises das

subseções 4.3.1 (planejamento didático-pedagógico); 4.3.2 (intervenção didático-pedagógica); 4.3.3 (replanejamento), que receberam os nomes das etapas do processo formativo de implementação da UDM (Na Figura 69 se detalhou todo o processo de análise dos dados). A triangulação de todos os resultados obtidos, nessa subseção, foi desenvolvida tendo como referências fundamentais os trabalhos da *Red IRES* discutidos na seção 2.1 e as premissas próprias do percurso formativo de implementação de uma UDM apresentadas na subseção 2.2.3.

| FASES DA IMPLEMENTAÇÃO DA UDM | QUESTÕES ESPECÍFICAS DE PESQUISA                                                                                                                                             | FONTES DE INFORMAÇÃO                                                                                                                                                                 | INSTRUMENTOS DE ANÁLISE | INFERÊNCIAS                                                                                                                                      |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planejamento (1º bloco)       | Em que medida ocorre o desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável na etapa de planejamento de uma UDM?                                                | <input type="checkbox"/> Versões da UDM<br><input type="checkbox"/> Reuniões de orientação<br><input type="checkbox"/> Questionário                                                  | Quadro 27               | Articulação mais complexa e coesa dos elementos do planejamento. Evidências de desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável |
| Intervenção (2º bloco)        | Em que medida a etapa de intervenção didático-pedagógica de uma UDM contribui para a superação dos obstáculos para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável? | <input type="checkbox"/> Aulas da intervenção<br><input type="checkbox"/> Questionário                                                                                               | Quadro 30               | Evidências dos primeiros passos em busca da superação das tendências-obstáculo                                                                   |
| Replanejamento (3º bloco)     | Como a etapa de replanejamento de uma UDM impacta no desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável?                                                      | <input type="checkbox"/> Versão replanejada da UDM<br><input type="checkbox"/> Reunião de orientação<br><input type="checkbox"/> Entrevista<br><input type="checkbox"/> Questionário | Quadro 27 e 30          | Articulação mais complexa e coesa dos elementos do planejamento. Evidências de desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável |

Sugere os primeiros avanços no sentido de desenvolver o conhecimento profissional desejável

Figura 69. Questões específicas de pesquisa, fontes de informação, instrumentos de análise e inferências.

Fonte: elaboração própria.

O 1º grande bloco (subseção 4.3.1), o planejamento didático-pedagógico, contou como dados de pesquisa versões da UDM e de reuniões de discussão entre o professor Hélio e seu orientador. O propósito era responder *em que medida ocorre o desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável na etapa de planejamento de uma UDM?*

A análise da primeira versão da UDM revelou que a proposta inicial apresentava grande articulação entre os elementos do planejamento e entre esses e a abordagem metodológica. No total foram avaliados 15 critérios de articulação, sendo 10 considerados adequados (A1; A2; A3; A5; A6; A8; B1; B2; B3 e B5), 3 parcialmente adequado (A7; B4 e B6) e 2 inadequados (A4 e A9). Ademais, o bloco de articulação dos elementos com a abordagem metodológica não apresentou critérios considerados

inadequados. Em ambos, o número de critérios adequados foi sempre maior que a soma dos outros critérios.

Após o movimento inicial de planejamento do professor Hélio, foram realizadas reuniões com seu orientador William. As reflexões oriundas dessas reuniões geraram mudanças importantes para a UDM da intervenção, dentre elas: mudança no objetivo específico da SD5 e alteração na relação entre o instrumento de avaliação e o objetivo específico da SD1. Pode-se, ainda, identificar trechos que discutiram, à luz da teoria, como seriam algumas atividades que refletiram no refinamento das ideias dos critérios B1, B2 e B5.

Além das mudanças efetivamente realizadas na UDM da intervenção, também foram discutidos: a articulação dos recursos didáticos e organização da sala de aula com as estratégias didáticas; o tempo destinado a atividades que não estão diretamente ligadas ao conteúdo; a sequência das atividades do modelo atômico de Dalton e da “caixa misteriosa”; e o momento de discussão dos modelos atômicos propostos pelos alunos em relação ao modelo atômico curricular. Assim, as reuniões de orientação além de ser um momento ímpar para as discussões sobre a articulação dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica, também serviram para estruturar como alguns passos específicos do EFM seriam desenvolvidos na prática real de sala de aula.

A partir de todos esses dados, pode-se dizer que, apesar de não ter mudado a classificação dos critérios, a UDM de intervenção apresentou uma articulação mais complexa e significativa dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica.

Os resultados sugerem que a própria estrutura de tarefas impostas no modelo da UDM (7 tarefas), aliadas a momentos formativos em âmbito individual (processo de idas e voltas nas várias tarefas da UDM, na perspectiva de integrá-las) e coletivo (reuniões de orientação), permitiram que o professor Hélio produzisse uma proposta com alto grau de complexidade e articulação entre os elementos do planejamento e entre eles e a abordagem metodológica.

A tese que se defende é que o processo reflexivo e crítico desenvolvido na tentativa de relacionar os diferentes elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica contribuem para que o professor articule/adquira/ressignifique as fontes do conhecimento profissional desejável, a se citar: os saberes metadisciplinares, os saberes disciplinares básicos e os saberes da

experiência profissional. Esse movimento tentativo e processual de se aliar coerência teórica e funcionalidade prática aos elementos do planejamento é responsável por gerar teorias práticas. Essas, por sua vez, permitem a construção contínua e progressiva do conhecimento profissional desejável (PORLÁN; RIVERO, 1998). Como ressaltam Porlán e colaboradores (1996), ao integrar e transformar problemas práticos-profissionais, o professor é estimulado a desenvolver teorias práticas aliando os saberes formalizados e experienciais, por exemplo (Figura 22).

Nesse sentido, ao tentar integrar as várias tarefas da UDM, o professor é estimulado a articular/adquirir/ressignificar as fontes do conhecimento profissional desejável, sempre tendo como plano de fundo a abordagem metodológica, assumida de forma autônoma. Ao articular o contexto da intervenção (Tarefa 1) com os conteúdos de ensino (análise científico-epistemológica - Tarefa 2), por exemplo, o professor deve trabalhar com os saberes da experiência profissional e os saberes disciplinares básicos. Já ao integrar a abordagem metodológica (Tarefa 4) com os conteúdos (análise científico-epistemológica - Tarefa 2), o professor opera com os saberes disciplinares básicos em conjunção com os metadisciplinares.

É importante de se atentar que, apesar de em um primeiro momento essas articulações ocorrerem em pares, em trios, e assim por diante, o objetivo principal é uma integração entre todas as tarefas, ou seja, uma tarefa deve estar articulada com as outras 6. Assim, esses movimentos exigem trabalhar com as 3 fontes do conhecimento profissional desejável. Dessa forma, quanto mais articulados estiverem os elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica, maior será o nível de integração das fontes do conhecimento profissional desejável.

Ao passar por todas as seções propostas para as tarefas da UDM, o professor pode interagir com todas as fontes do conhecimento profissional desejável. Para cumprir as exigências da análise científico-epistemológica (Tarefa 2), por exemplo, o professor deve consultar as orientações curriculares oficiais (saberes da experiência profissional), trabalhar os conteúdos nos níveis fenomenológico, teórico e representacional e trabalhar o perfil conceitual desses conteúdos (saberes disciplinares básicos).

Além disso, durante o planejamento, o professor também é instigado a trabalhar com um componente dos saberes da experiência profissional, os saberes curriculares sistematizados. Para os autores espanhóis, esses saberes estão relacionados com as habilidades de: conhecer a gênese e as características do

conhecimento escolar tradicional; reconhecer a existência das concepções dos alunos, assim como sua utilização didática; saber desenvolver, organizar e sequenciar o conhecimento escolar desejável; saber planejar um programa de atividades válido para o tratamento de problemas interessantes para os alunos e com potencialidade para a aprendizagem; saber dirigir o processo de aprendizagem dos alunos; saber favorecer o processo de aprendizagem por investigação; saber o que e como avaliar o processo de ensino e aprendizagem; conhecer as influências da escola no desenvolvimento de propostas pedagógicas (PORLÁN; RIVERO, 1998; GARCÍA-PÉREZ, 2006).

O 2º grande bloco (subseção 4.3.2), a intervenção didático-pedagógica, consistiu em analisar as aulas de desenvolvimento da UDM nas perspectivas horizontal (1 mesma SD em várias turmas) e vertical (a UDM como um todo em 1 mesma turma). Esse bloco tinha o intuito de entender *em que medida a etapa de intervenção didático-pedagógica de uma UDM contribui para a superação dos obstáculos para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável?*

No início da intervenção didático-pedagógica pode-se constatar um caso semelhante ao exemplificado por Solís e Porlán (2017), subseção 2.1.3, para ilustrar a complexidade de se utilizar os 4 tipos de saberes, constituintes do conhecimento profissional desejável, de forma articulada e integrada. Apesar de todo o trabalho de aprofundamento teórico realizado e de todas as discussões coletivas nas reuniões de orientação, de início, o professor não conseguiu transformar sua atuação em guias e rotinas de ação estáveis e coerentes com os princípios fundamentais da abordagem metodológica. Segundo Solís e Porlán (2017), isso se deve ao fato desses saberes (rotinas e guias de ação e saber acadêmico) estarem em dimensões epistemológicas diferentes. Articulá-los requer transitar repetitivamente entre o racional e o experiencial, entre o explícito e o tácito, portanto, não é processo trivial ou linear.

No decorrer das aulas, no entanto, pode-se constatar que a cada nova intervenção embasada no EFM, o professor ia se apropriando progressivamente da abordagem metodológica e dando os primeiros passos no sentido de avançar em relação às tendências-obstáculos ao conhecimento profissional desejável, como pode ser observado na descrição apresenta a seguir.

A atividade da “caixa misteriosa”, no 2ºL, explicitou a ação da tendência-obstáculo 3. O momento de socialização consistiu em uma simples exposição dialogada, centrada no professor, sem discussões dos alunos e negociação de um

modelo consensual. Além disso, não ocorreu a proposição individual de um modelo expresso.

Na SD2 desenvolvida no 2ºK pode-se identificar um importante avanço em relação à tendência-obstáculo 3. O professor dividiu o processo de modelagem em momentos de expressão individual do modelo e de discussão e negociação de uma proposta coletiva, dentro de grupos de trabalho.

Outro passo foi dado na intervenção da SD2 no 2ºL. O professor passou a estimular os debates entre os alunos sobre o modelo apresentado por cada grupo. Interessante que essa mudança de postura, de um professor mais centralizador para um professor mediador, acabou trazendo à tona a tendência-obstáculo 2. O professor passou a considerar que não poderia interferir nos momentos de socialização, nem mesmo para fazer correções pontuais de concepções alternativas ou erros conceituais emergentes nas apresentações.

Na intervenção nos 2ºM e N pode-se notar outro alinhamento importante ao EFM, que não ocorreu nas demais salas, a adoção de um momento no qual os alunos, individualmente, deveriam comparar o modelo do seu grupo com os demais modelos da sala e, posteriormente, com o modelo curricular. Ademais, nessas turmas, o professor ampliou o tempo dos momentos da modelagem em grupo, retirando atividades duplicadas que ocorreram nas outras turmas (tendência-obstáculo 1). Em uma passagem, ainda, foi possível recortar um momento em que o professor explicita sua preocupação em modificar suas rotinas e guias de ação, que não estão alinhados com o EFM.

Apesar de todos esses avanços, foi possível identificar outra explicitação da tendência-obstáculo 3, quando, em umas das apresentações dos alunos, ficou evidente uma ação do professor no sentido de guiar o modelo atômico proposto para se aproximar do modelo curricular de Thomson.

Por fim, na 2ª parte da análise vertical no 2ºL ocorreram avanços importantes: I) Em relação à perspectiva de superação, mesmo que relativa, da tendência-obstáculo 2, o professor realizou uma intervenção durante o momento de socialização para corrigir um erro que emergiu na fala de um dos alunos; II) Hélio se conscientizou sobre a necessidade de um momento de negociação de um modelo atômico consensual para toda sala. Apesar da conscientização já ser um avanço expressivo em relação à tendência-obstáculo 3, no decorrer da aula o professor esqueceu de realizar a atividade.

Foi encontrado, ainda, indícios da tendência-obstáculo 1, quando o professor desprezou a importância da prática experimental da SD4, utilizando-a burocraticamente.

Ademais, como defende a *red IRES*, a tendência-obstáculo 4 pode ser entendida como consequência da existência das outras 3 tendências (PORLÁN; RIVERO; POZO, 1997). Assim, ao encontrar momentos de explicitação das outras 3 tendências-obstáculo, deve-se supor a ação da “*tendência à uniformidade e rejeição à diversidade*”.

Toda essa sequência cronológica sugere que a superação de tendências-obstáculo é um processo que ocorre de forma paulatina, mas não linear. O alinhamento da intervenção com o EFM foi ocorrendo no decorrer da própria intervenção e da vivência dos problemas práticos profissionais. A cada nova semana da intervenção um aspecto da abordagem era melhorado, mesmo que se identificasse alguns recuos e incoerências a respeito do modelo proposto pelo próprio professor.

Pode-se inferir que as tendências-obstáculos são enraizadas nas rotinas e guias de ação do professor, de forma que são resistentes à mudança. Prova disso é que, além de ser um processo gradativo, complexo e progressivo, até mesmo na situação em que o professor reconhece a necessidade de mudança, esta não se manifesta na própria prática em seus guias e rotinas de ação cotidianos. Importante de se lembrar, nesse ponto da discussão, que, conforme advogam Porlán e colaboradores (1996), a organização do conhecimento profissional é um processo com caráter tentativo, processual e contínuo. Está ligado a movimento de reorganização gradual, de tomada de consciência, de autocontrole e de superação relativa de diversos obstáculos (PORLÁN; RIVERO, 1998).

Importante salientar, também, que a própria proposta trouxe um nível de dificuldade adicional ao professor para conciliar suas aulas com as premissas do EFM, uma vez que, o processo de modelagem vai ficando cada vez mais complexo à medida que se avança do modelo de atômico de Dalton para o modelo atômico de Bohr.

As análises dos dados não permitem dizer, portanto, que o professor superou as tendências-obstáculo encontradas. No entanto, há evidências suficientes para se inferir vários avanços ou superações relativas. O que se sugere é que, os microciclos não-formalizados de intervenção, reflexão individual sobre a prática, por meio da produção dos diários, e replanejamento serviram para Héllio refinar a seu

entendimento sobre a abordagem metodológica e ir ajustando, pouco a pouco, suas rotinas e guias de ação.

A apropriação dos conceitos que constituem a abordagem metodológica é extremamente relevante, pois como argumenta García-Pérez (2006), os conhecimentos da didática específica são os mais importantes para a profissão docentes, devido ao seu caráter integrador e sintético. Além disso, é preciso se considerar que as rotinas e esquemas de ação, utilizados de forma inconsciente e automatizada pelos professores, são essenciais para o trabalho pedagógico, pois possibilitam que o professor despenda mais atenção para situações singulares, que necessitam de maior reflexão para serem resolvidas. Por consequência, é necessário que essas ações irrefletidas apresentem coerência com a abordagem metodológica (PORLÁN; RIVERO, 1998; SOLÍS; PORLÁN, 2017).

Esses microciclos oportunizaram que o professor transitasse, repetitivamente, entre o racional e o experiencial, entre o explícito e o tácito. E como sugerem Solís e Porlán (2017), esse processo é fundamental para que ocorra a integração, justaposição e coexistências dos vários saberes componentes do conhecimento profissional desejável, uma vez que esses estão posicionados em dimensões epistemológicas diferentes.

Pode-se destacar, ainda, que esses pontos de reflexão crítica que ocorreram entre as aulas foram provenientes dos esforços do professor Hélio em alinhar seu planejamento inicial aos problemas práticos-profissionais que iam emergindo, devido às nuances e imprevisibilidades de um ambiente complexo como o da sala de aula. E um ponto central para todo esse processo são as fontes do conhecimento profissional desejável (PORLÁN; RIVERO, 1998; SOLÍS; PORLÁN, 2017).

É ao tentar resolver esses problemas práticos-profissionais, a partir de um explícito e planejado referencial teórico e metodológico, que o professor reelabora e transforma seus saberes profissionais e desenvolve teorias práticas. A tese que se defende aqui, contudo, é que um planejamento autoral, baseado em problemas prático-profissionais, estruturado, teoricamente fundamentado e desenvolvido com a abordagem metodológica como eixo central, como é a UDM, possibilita que essas reflexões se tornem mais formativas e efetivas do que o simples desenvolvimento de um planejamento proposto por alguém alheio ao contexto específico do professor. Por outro lado, advoga-se que uma abordagem meramente indutiva, sem essa base teórica e metodológica para orientar o olhar e reflexões do professor, não lograria



avanços e reflexões tão importantes quanto as aqui evidenciadas. É o processo reflexivo, contínuo, partilhado e crítico envolvendo a tríade planejamento, intervenção prática e metodologia, que habilita a ocorrência de transições entre o explícito e o tácito, entre o racional e o experiencial.

Em que pese a importância dessas inferências, fundamentado nas diversas evidências empíricas, propõe-se, por seu turno, como uma mudança importante a ser implementada, em uma próxima investigação, a adição de momentos de reflexão coletiva entre as aulas/dias do transcurso da intervenção didático-pedagógica. Talvez, a discussão com uma equipe ou formador mais experiente academicamente nas premissas da abordagem metodológica e que olhe para intervenção de um ângulo diferente do professor possa auxiliar na identificação das tendências-obstáculos e ajudar traçar caminhos para a sua superação.

Por fim, pelo fato desta pesquisa estar atrelada a um estudo de caso de sujeito único é importante se ponderar que essa resistência a mudança, das tendências-obstáculo, pode ser uma consequência de anos de reforço de rotinas e guias de ação irrefletidas características da prática habitual. É preciso lembrar que o colaborador da pesquisa apresentava, na data de coleta de dados, mais de quinze anos de exercício da docência.

No 3º e último bloco, o replanejamento (subseção 4.3.2), foi analisada a reunião de orientação depois da intervenção, a UDM replanejada e uma entrevista com o professor Héllio. Esses dados foram trabalhados para responder: *como a etapa de replanejamento de uma UDM impacta no desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável?*

Após a intervenção didático-pedagógica, o professor Héllio realizou uma reunião com seu orientador para discutir sobre a experiência vivenciada. Na reunião foram discutidos os seguintes aspectos: o acréscimo da palavra “características” nos objetivos específicos; a reorganização dos objetivos específicos para contemplar as limitações do modelo atômico curricular anterior; a necessidade de uma mudança do verbo no infinitivo da SD1; a adequação do tempo ou do objetivo da SD5 para melhor aproveitamento das atividades da “tempestade de modelos” e do *Kahoot®*; a falta de um objetivo claro e explícito para a atividade da “caixa misteriosa; a utilização de um projetor multimídia para apresentar os modelos consensuais durante a socialização; as dificuldades dos alunos em utilizar o *Kahoot®* devido à falta de vivência com a tecnologia necessária; a adaptação da expressão do modelo mental apenas na forma

de desenho; a necessidade de planejar a UDM com um tempo real de aula que considere atividades da escola não relacionadas com o planejamento didático-pedagógico; a adaptação que foi necessária para desenvolver a modelagem no modelo atômico de Bohr; e a tomada de consciência do professor em relação à necessidade de propiciar um momento de negociação de um modelo para toda a sala.

Todas essas reflexões, somadas a algumas desenvolvidas na reunião de orientação antes da intervenção, geraram uma série de mudanças na UDM. Na versão reelaborada foram avaliados 11 critérios como adequados (A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, B1, B2, B3 e B5), 4 parcialmente adequados (A4, A9, B4 e B6) e nenhum inadequado. Ao se comparar a primeira versão da UDM com a versão reelaborada, pode-se notar que a complexidade e a articulação dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica aumentaram. Em termos gerais, o número de critérios adequados saltou de 10 para 11, os parcialmente adequados de 2 para 4 e os inadequados foram de 2 para 0.

As mudanças ocorreram nos critérios A4, A7 e A9. Isso indica que a última versão da UDM apresenta uma melhor articulação entre: os objetivos na taxonomia de Bloom revisada com os conteúdos; os instrumentos de avaliação e os objetivos da UDM; o tempo destinado para as atividades que não estão previstas na UDM.

Todo esse processo de reflexão crítica e fundamenta sobre a intervenção, que ocorreu inicialmente em âmbito individual e, posteriormente, em âmbito coletivo, permitiram que o professor desenvolvesse teorias práticas. Essas teorias surgem da necessidade de obter coerência teórica e funcionalidade prática em uma proposta de ensino e aprendizagem. Como afirmam Solís e Porlán (2017), é indispensável que o conhecimento profissional desejável seja constituído dessas teorias práticas.

Na entrevista realizada depois da reelaboração da UDM, o professor discutiu explicitamente sobre: como a natureza dos conteúdos influenciou na seleção da abordagem metodológica; a necessidade de balizar a escolha dos conteúdos com as orientações curriculares oficiais; articulação dos conteúdos com os objetivos de aprendizagem; a necessidade de reduzir as pretensões da SD5 ou aumentar o número de aulas; sobre o desenvolvimento da SD de Dalton; a mudança realizada no modo expressão do modelo mental; a adequação de algumas estratégias didáticas com a abordagem metodológica do EFM; a importância da UDM para a reflexão no momento da intervenção.

Todas essas reflexões explicitaram que, nas tomadas de decisão do professor, foram fundamentais os momentos de reflexão individual e coletivo. Pode-se notar que o orientador desencadeou várias reflexões no professor Hélio que geraram uma série de mudanças na UDM tanto da intervenção como a reelaborada. Dessa forma, a discussão com orientador da academia foi fundamental, pois desencadeou uma série de reflexões que não ocorram em nível individual.

Partido da mesma premissa apresentada no 1º bloco, uma articulação mais complexa e coesa entre os elementos do planejamento e entre esses e a abordagem metodológica indica uma aquisição/ressignificação das fontes do conhecimento profissional desejável (saberes disciplinares básicos, saberes metadisciplinares, saberes da experiência profissional), em busca de desenvolver as chamadas teorias práticas.

Para Porlán, Rivero e Solís (2010), as teorias práticas surgem na tentativa de se resolver problemas práticos-profissionais, por meio da interação de vários componentes (Figura 23), como, por exemplo, relacionar crenças docentes com os conhecimentos da Ciência da Educação e contrastar princípios declarados com a ação cotidiana de sala de aula.

Em resumo, pode-se dizer que as análises dos blocos de planejamento, intervenção e replanejamento da UDM evidenciaram que (Figura 69):

I) o processo formativo de planejamento por meio das 7 tarefas da UDM, entremeado de reflexões individuais e coletivas, permitiram o desenvolvimento da versão de intervenção com uma complexa e coesa articulação entre os elementos do planejamento e entre eles e a abordagem metodológica. O que indica articulação/desenvolvimento/ressignificação das fontes do conhecimento profissional desejável.

II) as reflexões individuais desenvolvidas durante a intervenção didático-pedagógica - amparadas por um planejamento fundamentado pedagogicamente, baseado em problemas prático-profissionais, autoral, flexível e que coloca a abordagem metodológica como escolha pessoal do professor e como eixo central para organização dos demais elementos do planejamento – permitiram o desenvolvimento dos primeiros movimentos que visam a superação relativa das tendências-obstáculos ao conhecimento profissional desejável;

III) os momentos de reflexão individual e coletivo sobre a intervenção realizada propiciaram o desenvolvimento de uma UDM reelaborada com uma maior

articulação entre os elementos do planejamento e entre estes e a abordagem metodológica. O que indica articulação/desenvolvimento/ressignificação das fontes do conhecimento profissional desejável.

Fundamentado em todas essas evidências enumeradas acima e apresentadas na Figura 69, pode-se dizer que, ao possibilitar a articulação/aquisição/ressignificação das fontes do conhecimento profissional desejável e avançar em relação aos primeiros passos em busca da superação das tendências-obstáculo, o processo de formação continuada centrado na implementação da UDM permitiu que o professor iniciasse, de forma consistente, o alinhamento de seus saberes ao conhecimento profissional desejável. Como ressaltam Porlán e Rivero (1998), o processo de construção do conhecimento profissional desejável é caracterizado por ser progressivo e contínuo. Assim, a perspectiva é que a cada ciclo de implementação da UDM o professor desenvolva cada vez mais seus saberes docentes, com vistas a consolidar um novo conhecimento profissional desejável.

Por fim, é importante se considerar que esses resultados de pesquisa dizem respeito a um professor de Química com uma vasta formação inicial, que inclui 3 cursos de graduação; uma grande experiência profissional, aproximadamente 15 anos de exercício da docência; um grande conhecimento de contexto, aproximadamente 10 anos de serviços prestados à escola de intervenção; e que trabalha em contexto de escola pública de uma cidade pequena do interior do estado de São Paulo. Além disso, todo o processo formativo do professor por meio da UDM ocorreu no contexto do ProfQui, que possibilitou trabalhar a dissertação por meio da implementação da UDM de forma estruturada, contínua e de longa duração. Importante se destacar, também, a complexidade da proposta estruturada pelo professor Hélio, que trabalhou as premissas do EFM nos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.

## 5 Considerações finais

Esta pesquisa apresentou como foco central: investigar de que modo o processo de implementação de uma UDM incide sobre o desenvolvimento do conhecimento prático-profissional de um professor em formação continuada?

Para tanto, se propôs como questões específicas as seguintes indagações: *em que medida ocorre o desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável na etapa de planejamento de uma UDM? Em que medida a etapa de intervenção didático-pedagógica de uma UDM contribui para a superação dos obstáculos para o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável? Como a etapa de replanejamento de uma UDM impacta no desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável?*

Em termos da formação continuada para o professor de Química, o percurso formativo da UDM (planejamento, intervenção, replanejamento) propiciou: desenvolver uma proposta inovadora; realizar reflexão didática explícita; desenvolver conhecimentos sobre conteúdos centrais da Ciência e da atividade científica; trabalhar a atualização didática articulada com conhecimentos específicos; e desenvolver conhecimentos específicos da Didática das Ciências durante a pesquisa de sua própria prática.

A hipótese central é que a implementação da UDM, entremeada de reflexões em âmbito individual e coletivo, contribui para que o professor avançasse no sentido de desenvolver o conhecimento profissional desejável. Conhecimento este, que para a *Red IRES*, se constitui em 4 tipo de saberes, a se citar: os saberes acadêmicos, saberes baseados na experiência, os saberes relacionados às rotinas e guias de ação e os saberes das teorias implícitas. Estes devem se interseccionar e se influenciar mutuamente com o propósito de aprimoramento e reelaboração. Todo esse processo ocorre intermediado por problemas práticos-profissionais e gera as chamadas teorias práticas.

Dessa forma, esse conhecimento desejável é prático, integrador, profissionalizado, complexo, tentativo, evolutivo e processual. Para a *Red IRES*, os pilares fundamentais para a transição do conhecimento profissional dominante para o conhecimento profissional desejado são os saberes metadisciplinares, os saberes disciplinares básicos e os saberes da didática específica.

O processo de implementação da UDM foi percorrido por um professor de Química da rede pública do nível médio de ensino, em formação continuada no

contexto do ProfQui. Esse colaborador do estudo de caso de sujeito único, chamado professor Héliio, apresentou uma vasta formação inicial que inclui Bacharel e Licenciatura em Química, além de ser formado pedagogo. O professor pode ser caracterizado com experiente, tendo mais 10 anos de trabalhos prestados à escola da intervenção didático-pedagógica. Ademais, o professor apresentou vários cursos de formação continuada antes de ingressar no ProfQui.

A formação continuada inserida dentro do contexto do ProfQui permitiu ao professor trabalhar por um longo período associado com uma equipe da academia, desenvolver uma pesquisa baseada em problemas reais do seu dia a dia de sala de aula e utilizar a escola como espaço fulcral do desenvolvimento profissional.

Como dados de pesquisa foram utilizados um questionário de caracterização do colaborador, as várias versões da UDM que o professor planejou, as reuniões de discussão com o orientador da academia, as aulas da intervenção didático pedagógica e uma entrevista. Todas essas informações foram analisadas por meio da AC e separadas em blocos que receberam o nome das etapas de implementação da UDM.

No bloco de planejamento, foram utilizadas como fontes de informação 2 versões da UDM elaboradas pelo professor Héliio e as discussões desenvolvidas nas reuniões com seu orientador. A análise da primeira versão da UDM revelou que a proposta apresentava uma grande articulação dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica.

A primeira versão da UDM foi debatida em reuniões de orientação entre o professor Héliio e seu orientador Willian e várias das discussões geraram mudanças efetivas na versão da UDM da intervenção. Essas mudanças resultaram em uma articulação, dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica, mais complexa e coesa. Além disso, essa versão da UDM apresentou vários acréscimos que sugerem que o professor realizou um aprofundamento das fontes do conhecimento profissional desejável.

O aumento na complexidade das articulações entre os elementos do planejamento e entre eles e a abordagem metodológica indicam que ocorreu uma articulação/desenvolvimento/ressignificação das fontes do conhecimento profissional desejável.

No bloco da intervenção didático-pedagógica foram trabalhadas as aulas de intervenção em perspectivas horizontal (uma mesma SD para 4 turmas de 2º ano) e vertical (a UDM como um todo para 1 turma de 2º ano). Os dados obtidos explicitaram

os primeiros passos em busca da superação das tendências-obstáculo. O entendimento do professor sobre a abordagem metodológica foi se aprimorando a cada intervenção e a cada SD desenvolvida, por meio de reflexões individuais sobre a própria prática e de mudanças no planejamento. Pode-se inferir, ainda, que as superações parciais das tendências-obstáculo ocorrem de forma paulatina, por serem resistentes à mudança, e tentativa.

No bloco de replanejamento pode-se observar que a nova versão da UDM apresentou uma articulação dos elementos do planejamento entre si e com a abordagem metodológica mais complexa que a UDM da intervenção. Dentre os fatores que contribuíram para isso, pode-se citar: as reflexões em âmbito individual, ancorada em um planejamento fundamentado teoricamente, baseado em problemas prático-profissionais, autoral, flexível e que coloca a abordagem metodológica como escolha pessoal do professor e como eixo central para organização dos demais elementos; as reflexões em nível coletivo nas reuniões de orientação, que possibilitaram uma série de discussões de aspectos que o professor não conseguiu reconhecer sozinho; e os aprofundamentos em relação às fontes do conhecimento profissional desejável.

Essas inferências obtidas nos blocos de análise (articulação/desenvolvimento/ressignificação das fontes do conhecimento profissional desejável e passos avançados no sentido de superações parciais das tendências-obstáculo) sugerem que o processo formativo de implementação da UDM, entremeado de reflexões em níveis individual e coletivo, propiciaram que o professor desse passos no sentido de alinhar seus saberes com o conhecimento profissional desejável. O processo formativo de implementação da UDM permite que o professor transite, repetitivamente, entre o explícito e o tácito, entre o experiencial e o racional.

Em relação à temática específica do planejamento didático-pedagógico e da formação continuada de professores de Química, esta pesquisa evidenciou que um planejamento estruturado, autoral e flexível, entremeado de discussões em nível individual e coletivo, permitiram ao professor dar os primeiros passos em relação ao conhecimento profissional desejável. O percurso formativo estruturado nesta pesquisa permitiu que o professor alternasse, repetitivamente, entre as dimensões epistemológicas relacionadas ao explícito e o tácito, ao real e o experiencial. É claro que todo esse processo só foi possível por ter sido desenvolvido em um contexto de formação continuada (no ProfQui), que permitiu que o professor trabalhasse com

problemas práticos-profissionais reais de seu contexto de trabalho, por um longo período com uma equipe da academia.

O avanço que essa pesquisa apresenta em relação ao que se pôde encontrar na literatura especializada sobre o desenvolvimento do conhecimento profissional desejável, é utilizar como percurso formativo com um modelo de planejamento que apresenta flexibilidade para que o professor proponha a abordagem metodológica que quer trabalhar em sua intervenção. O que esta pesquisa explicitou é que mesmo não trabalhando dentro das premissas do *Modelo de Investigación en la Escuela*, o professor conseguiu avançar vários passos em busca de alinhar seus saberes com o conhecimento profissional desejável.

Uma grande limitação do percurso formativo de implementação da UDM que foi encontrado durante as análises, foi a falta de discussões em nível coletivo entre as aulas da intervenção didático-pedagógica. Os resultados de pesquisa sugeriram que a reflexão individual sobre a prática não permite que o professor tome consciência de todas as interferências das tendências-obstáculos no processo de ensino e aprendizagem. O que se aventa é que momentos de discussões com um profissional que tenha grande conhecimento sobre a abordagem metodológica e que consiga olhar para a intervenção de uma perspectiva diferente do professor, pode auxiliar para que a etapa da intervenção se torne mais formativa e efetiva.

Assim, como perspectivas futuras deste trabalho se sugere:

- I) investigar em que medida reflexões coletivas desenvolvidas entre as aulas de cada SD impacta na superação das tendências-obstáculo ao conhecimento profissional desejado;
- II) investigar em que medida um segundo ciclo de implementação, realizado pelo mesmo colaborador de pesquisa e com a mesma base da UDM, impacta no desenvolvimento das fontes do conhecimento profissional desejável e se os avanços obtidos no 1º ciclo se perpetuam em um 2º ciclo de implementação;
- III) investigar em que medida a implementação da UDM, realizada na formação continuada de um professor em início de carreira, impacta no desenvolvimento do conhecimento profissional desejável;
- IV) investigar a possibilidade de generalização das premissas encontradas, por meio do estudo de diferentes colaboradores de pesquisa e que atuem em diferentes áreas, contextos e níveis do Ensino de Ciências.



V) Investigar a potencialidade da utilização do instrumento de análise da UDM (Quadro 27), proposto nesta pesquisa, para o próprio processo formativo do professor e para o trabalho em redes de formação inicial e continuada.

## REFERÊNCIAS

- ALBA, N.; PORLÁN, R. La metodología de enseñanza. *In*: PORLÁN, R (Coord.). **Enseñanza Universitaria: Cómo mejorarla**. Madrid: Ediciones Morata, 2017. cap. 2, p. 35 - 51.
- ALMEIDA, C. M.C. A problemática da formação de professores e o mestrado em educação da UNIUBE. **Revista Profissão Docente**, v. 1, n. 1, p. 14 - 23, 2001.
- ALVES, D. P. **Formação continuada para professores de ciências nas séries iniciais**: uso de modelos e modelagem para introdução de conceitos químicos. Orientador: Ricardo Gauche. 2012. 224f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de Brasília, 2012.
- ALVES, M. **Características, elementos e importância do planejamento didático-pedagógico**: uma revisão de termos e conceitos utilizados na área de Ensino de Ciências. Orientador: Amadeu Moura Bego. 2018. 130f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018.
- ALVES, M.; BEGO, A. M. A celeuma em torno da temática do planejamento didático-pedagógico: definição e caracterização de seus elementos constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 71 – 96, 2020.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. Usos e abusos dos estudos de caso. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 129, p. 637 - 651, 2006.
- AMADOR, J. T.; NUNES, C.S.C. Formação continuada de professores: análise teórica especializada de concepções, modelos e dimensões. **Revista @mbienteeducação**, v. 12, n. 1, p. 33 - 49, 2019.
- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P(Orgs.). **Processo de Ensinagem na Universidade**: pressupostos para estratégias de trabalho em aula. 10.ed. Joinville: Editora Univille, 2015.
- ANGROSINO, M. **Etnografia e observação participante**. Porto Alegre: Artmed, 2009. (Coleção Pesquisa qualitativa/ coordenada por Uwe Flick).
- ANTUNES, C. **Professores e professaurus**: reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas. Petrópolis: Editora Vozes, 2007.
- ARANHA, M. L. A. **Filosofia da educação**. 2.ed. São Paulo: Moderna, 1990.
- ARRUDA, H.P.B. Planejamento e plano de aula na educação: histórico e a prática de dois professores. **Educativa**, v. 18, n. 1, p. 241 - 265, 2015.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. Título original: *Chemical Principles: The Quest for Insight*.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. Título original: *Chemical Principles: The Quest for Insight*.

AZEVEDO, V. *et. al.* Transcrever entrevistas: questões conceituais, orientações práticas e desafios. **Referências**, v. 4, n. 14, p. 159 – 172, 2017.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuições para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1938.

BAIN, K. **Lo que hacen los mejores profesores de universidad**. Traducción de Óscar Barberá. Valência: Impremta Palácios, 2007. Título original: What the best college teachers do.

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content knowledge for teaching: What makes it special? **Journal of Teacher Education**, v. 59, n. 5, p. 389 - 407, 2008

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016. Título original: L'analyse de contenu.

BRAGUETO, L. N. C.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Incidence of Design-Based Research Methodology in Science Education Articles: A Bibliometric Analysis. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, p. 1 – 22, 2021.

BEGO, A. M. A implementação de unidades didáticas multiestratégicas na formação inicial de professores de Química. **Coleção Textos FCC**, v. 50, p. 55 - 72, 2016a.

BEGO, A. M (Org.). **Ciências da Natureza**: Química. 2.ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016b.

BEGO, A. M. **Sistemas apostilados de ensino e trabalho docente**: estudo de caso com Professores de ciências e gestores de uma rede escolar pública municipal. Orientador: Eduardo Adolfo Terrazan. 2013. 334p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2013.

BEGO, A. M.; FERRARINI, F. O.; MORALLES, V. A. Resignificação dos estágios curriculares supervisionados por meio da implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. **Educação Química: em ponto de vista**, v. 5, n. 1, p. 5 – 28, 2021.

BEGO, A. M.; SGARBOSA, E. C. Transitando entre o planejamento teórico e a realidade do cotidiano escolar: vivências, desafios e aprendizados. **Núcleos de Ensino da UNESP**, v. 2, p. 8 - 32, 2016.

BEGO, T. M. **Conhecimentos implícitos e explícitos de professores de química em formação inicial**: a implementação de unidades didáticas multiestratégicas como percurso formativo. Orientador: Regina Célia Galvão Frem. 2017. 225f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2017

BORGAN, R.; BIKLEN, S. K. **Qualitative Research for Education**. Boston: Allyn and Bacon, 1982.

BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. **Química Geral**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 1.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). **Programa de Mestrado Profissional para Professores da Educação Básica**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.capes.gov.br/educacao-a-distancia/proeb>. Acesso em: 15 out. 2019.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei Federal 9394 de 20 de dezembro de 1996.

**Estabelece Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Brasília, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 26 nov. 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil:** promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, 1988. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/Constituicao/Constituicao.htm#art214](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Constituicao/Constituicao.htm#art214)>.

Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL. **IBGE.** Brasília 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp>. Acesso em: 15 out. 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira- INEP. **Relatório do 2º Ciclo de Monitoramento das Metas do Plano Nacional de Educação.** Brasília, 2018. Disponível em:<

<http://portal.inep.gov.br/documents/186968/485745/RELAT%C3%93RIO+DO+SEGUNDO+CICLO+DE+MONITORAMENTO+DAS+METAS+DO+PNE+2018/9a039877-34a5-4e6a-bcfd-ce93936d7e60?version=1.17>>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL. **Emenda Constitucional Nº 59:** de 11 de novembro de 2009. Brasília, 2009. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc59.htm#art4](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc59.htm#art4).

Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL. **Lei Nº 13.005/2014 - Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências.** Brasília, 2014. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>.

Acesso em: 07 mar. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. SECAD (Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade). **Trabalhando com a Educação de Jovens e Adultos – Avaliação e Planejamento.** Caderno 4. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Formação continuada para professor.**

**Brasília,** 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/formacao>. Acesso em: 07 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP Nº 1, de 27 de outubro de 2020.** Brasília, 2020. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cne/cp-n-1-de-27-de-outubro-de-2020-285609724>. Acesso em: 15 jan. 2021.

BRASIL. Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional.** Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:

<https://profqui.iq.ufrj.br/apresentacao/>. Acesso em: 15 out. 2019.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações.** 10.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CASTRO, P. A. P. P.; TUCUNDUVA, C. C.; ARNS, E. M. A importância do planejamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. **Athena: Revista Científica de Educação**, v. 10, n. 10, p. 49 - 62, 2008.

- CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. Tradução de Sandra Trabucco Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2012. Título original: *La autonomía del profesorado*.
- DANNA, M. F.; MATOS, M. A. **Aprendendo a observar**. São Paulo: Edicon, 2006.
- DINIZ-PEREIRA, J. E. Da racionalidade técnica a racionalidade crítica: formação docente e transformação social. **PERSPEC. DIAL.: REV. EDUC. SOC.**, v. 1, n. 1, p. 34 - 42, 2014.
- DELORD, G. et al. Los Ciclos de Mejora en el Aula. *In*: DE-ALBA-FERNÁNDEZ, N.; PORLÁN. **Docentes Universitarios**: Una formación centrada en la práctica. Madrid: Ediciones Morata, 2020. cap. 5, p. 117 - 153.
- DEL POZO; R. M.; PINEDA, J. A.; DUARTE, O. La formación docente del profesorado universitario. *In*: PORLÁN, R. **Enseñanza Universitaria**: Cómo mejorarla. Madrid: Ediciones Morata, 2017. cap. 1, p. 19 - 34.
- DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar**, n. 24, p. 213 - 225, 2004.
- EYNG, A. M. **Currículo Escolar**. Curitiba: Ipbex, 2007.
- FARIAS, I. M. S. O planejamento da prática docente. *In*: FARIAS, I. M. S. et al. **Didática e docência**: aprendendo a profissão. 3.ed. Brasília: Liber, 2011, p. 107-136.
- FATARELI, E. F. et al. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 161 – 168, 2010.
- FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D. M.; DELGADO-IGLESIAS, J. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciênc. Educ.**, v. 24, n. 4, p. 875 – 890, 2018.
- FERNANDES, R. C. A.; NETO, M. J. Modelos educacionais em 30 pesquisas sobre a práticas pedagógicas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 641 - 662, 2012.
- FERRARINI, F. O. C. Desenvolvimento do conhecimento prático-profissional no processo de implementação de unidades didáticas multiestratégicas para o ensino de Química no contexto da formação inicial de professores. Orientador: Amadeu Moura Bego. 2020. 426f. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2020.
- FERRAZ, A. P. do C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421 - 431, 2010.
- FERREIRA, L. H.; KASSEBOEHMER, A. C. **Formação inicial de professores de química**: a instituição formadora (re)pensando sua função social. São Carlos: Pedro & João Editores, 2012.
- FERREIRA, P. F. M; JUSTI, R. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32- 36, 2008.

FINKEL, D.; BARBERÁ, O. **Dar classe com la boca cerrada**. Valência: Publicacions de la Universitata de Valência, 2008.

FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. Porto Alegre: Penso, 2013.

FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Estrutura atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos o 3º ano do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, p. 275 – 282, 2009.

FUSARI, J. C. O Planejamento do Trabalho Pedagógico: Algumas Indagações e Tentativas de Respostas. **Artigos Série Idéias**, n. 8, p.44 - 53, 1998.

GARCÍA-PEREZ, F. F. Formación del profesorado y realidades educativas: una perspectiva centrada en los problemas prácticos profesionales. *In*: GÓMEZ, A. L.; MUÑOZ, M. E. **La formación del profesorado y la mejora de la educación**: políticas y prácticas. Barcelona: Octaedro, 2006. p. 269 - 310.

GARCÍA-PEREZ, F. F. Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: el modelo de investigación en la escuela. **Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, n. 65, p. 55 - 78, 2000.

GARCÍA-PEREZ, F. F. et al. Red para la investigación y renovación escolar (RED-IRES, España). *In*: ARIAS, M.D.; FLORES, A.; PORLÁN, R. **Redes de maestros**: una alternativa para la transformación escolar. Sevilla: Díada editora, 2001. cap. 3, p. 51 – 84.

GARCÍA-PEREZ, F. F.; PORLÁN, R. El proyecto IRES. **Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales**, n. 205, p. 1 – 16, 2000.

GAUTHIER, C. *et al.* **Por uma teoria da pedagogia**: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Tradução de Francisco Pereira de Lima. 3.ed. Ijuí: Ed. Unijui, 1998. Título original: *Pour une théorie de la pédagogie: recherches contemporaines sur le savoir des enseignants*.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2009. Título original: *Analyzing Qualitative Data*.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILBERT, J. K; BOULTER, C. J; ELMER, R. Positioning Models in Science Education and in Design in Tecnology Education. *In*: GILBERT, J. K; BOULTER, C. J. (Orgs.). **Developing model in Science Education**. New York: Springer Science+Business Media, 2000. cap. 1. p. 03 - 17.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C; RUTHERFORD, M. Models in explanations, Part 1: Horses for Courses. **International Journal of Science Education**, v. 20, p. 83 - 97, 1998.

GILBERT, J. K.; JUSTI, R.; QUEIROZ, A. S. The use a model of modelling to develop visualization during the learning of ionic boning. *In*: In TASAR, M. F.; ÇAKMAKCI, G. (Orgs.). **Contemporary Science Education Research**: Internacional Prespectives. Ankara: Pegem Akadem, 2010, p. 43 – 52.

GIL-PÉREZ, D. Aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias a la formación y actividad del profesorado. **Qurrriculum**, n. 6, v. 7, p. 45 - 66, 1993.

GIL-PÉREZ, D. Orientações didáticas para a formação continuada de professores de ciências. In: MENEZES, L. C (Org.). **Formação continuada de professores de ciências**: no âmbito ibero-americano. 2.ed. Campinas: Autores associados; São Paulo: NUPES, 2001. cap. 4, p. 71 – 82.

GONZAGA, G. R.; PAIVA, D. C.; EICHLER, M. L. Desafios e perspectivas atuais na formação do professor de química: expectativas sobre o mestrado profissional em química em rede nacional (ProfQui). **Quim. Nova**, v. 43, n. 4, p. 493 – 505, 2020.

GOWIN, D. B.; NOVAK, J. D. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

GUNTHER, H. Pesquisa Qualitativa versus Pesquisa Quantitativa: Está é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201 - 210, 2006.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na Sociologia**. 5.ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

HAYDT, R. C. C. **Curso de didática geral**. São Paulo, Ática, 2001.

HERNANDEZ, F. **A importância de saber como os docentes aprendem**. Pátio Revista Pedagógica. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

IMBERNÓN, F. **Formação continuada de professores**. Tradução de Juliana dos Santos Padilha. Porto Alegre: Artmed, 2010. Título original: 10 ideas clave: La formación permanente del profesorado – nuevas ideas para formar en la innovación y el cambio.

JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: SANTOS, W. L. P; MALDANER, O. A (Orgs.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. cap. 8, p. 209 - 230.

JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las ciencias**, v. 24, n. 2, p. 174 - 184, 2006.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 4, p. 369 - 387, 2002.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEDIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa**: um guia prático. Bahia: Via Litterarum, 2010.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.T. **Química Geral**: Reações Químicas. São Paulo: Cengage Learning, 2005. v. 1.

LEAL, M. C. **Didática da Química**: fundamentos e práticas para o ensino médio. Belo Horizonte: Editora Dimensão, 2010.

LEAL, R.B. Planejamento de ensino: peculiaridades significativas. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 37, n. 3, p. 1 - 7, 2005.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Editora Cortez, 2006.

- LOPES, A. R.C. Livros Didático: Obstáculos Verbais e Substancialidades ao aprendizado da Ciência Química. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 74, n.1 77, p. 309 - 334, 1993.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. (Temas básicos de educação e ensino).
- MAIA, P.F; JUSTI, R. Contribuições de atividades de modelagem para o desenvolvimento de habilidades de investigação. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: USP, 2009a. p. 1 – 12.
- MAIA, P. F.; JUSTI, R. Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. **International Journal of Chemical Education**, v. 31, n. 5, p. 603 – 630, 2009b.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.
- MARGER, R. F. **Medindo objetivos de ensino**. Tradução de Maria Angela Vonagre de Almeida. Porto Alegre: Globo, 1977. Título original: Measuring Instructional Intent or “Got a Match?”.
- MEC. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017a. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 12 abr. 2020.
- MEC. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, 2017b. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf). Acesso em: 12 abr. 2020.
- MEC. **Formação continuada para professores**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/formacao>. Acesso em: 31 out. 2019.
- MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2020.
- MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília**, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/par/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12657-parametros-curriculares-nacionais-5o-a-8o-series>. Acesso em: 12 abr. 2020.
- MEC. **Programas de pós-graduação ganham avaliação quadrienal**, 2017. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/component/content/index.php?option=com\\_content&view=article&id=51411:programas-de-pos-graduacao-ganham-avaliacao-quadrienal&catid=212&Itemid=86](http://portal.mec.gov.br/component/content/index.php?option=com_content&view=article&id=51411:programas-de-pos-graduacao-ganham-avaliacao-quadrienal&catid=212&Itemid=86). Acesso em: 12 abr. 2020.
- MELO, M. R. **Estrutura atômica e ligações químicas**: uma abordagem para o ensino médio. Orientador: Pedro Farias dos Santos Filho. 2002. 128f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.



- MELO, M. R.; NETO, E. G. L. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 3, p. 112 – 122, 2013.
- MENDONÇA, P.C.C.; JUSTI, R. **Construção de Modelos no Ensino de Ligação Iônica**. Comunicação apresentam em: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru, 2005.
- MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: Pesquisa qualitativa em saúde. 4.ed. São Paulo: Hucitec, 1996.
- MENEGOLLA, M.; SANT'ANNA, I. M. **Por que planejar? Como Planejar?** 22.ed. Petrópolis: Vozes, 2014.
- MENEZES, C. M. A. Educação Continuada de Educadores: Superando Ambiguidades Conceituais. **Revista da FAEPA**, v. 12, n. 20, p. 311 - 320, 2003.
- MONTEIRO, D. C.; GIOVANNI, L. M. Formação continuada de professores: o desafio metodológico. In: MARIN, A. J. (Ed.). **Educação Continuada**: reflexões, alternativas. Campinas: Papirus, 2000. cap. 6, p. 129 - 144.
- MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 3, p.67 - 91, 2000.
- MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, v. 22, n. 37, p. 7 - 32, 1999.
- MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Intersecção entre a formação continuada de professores e as várias tipologias de saberes docentes nas pesquisas brasileiras. **RBPG**, v. 16, n. 35, p. 1 - 31, 2020.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e diagramas V. **UFRGS**, 2006. Disponível em: [http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas\\_Conceituais\\_e\\_Diagramas\\_V.pdf](http://www.mettodo.com.br/ebooks/Mapas_Conceituais_e_Diagramas_V.pdf). Acesso em: 05 set. 2019.
- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **UFRGS**, 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 05 set. 2019.
- MOREIRA, M. A. **Metodologias e Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- MORETTO, V. P. **Planejamento**: planejando a educação para o desenvolvimento de competências. Petrópolis: Vozes, 2007.
- MOROZ, M. G.; GIANFALDONI, M. H. T. A. **O processo de pesquisa**: iniciação. 2.ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2006.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1.p. 20 - 39, 1996.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273 - 283, 2000.

- NERSESSIAN, N.J. Model-Based Reasoning in Conceptual Change. *In*: MAGNANI, L.; NERSESSIAN, N.J., THAGARD, P. (Eds.). **Model-Based Reasoning in Scientific Discovery**. New York: Kluwer and Plenum Publishers. p. 5 - 22, 1999
- NIEVEEN, N. Prototyping to reach product quality. *In*: Akker, J. V. D et al. **Design approaches and tools in education and training**. Boston: Kluwer Academic, 1999. cap.10, p. 125 - 136.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Tradução de Carla Valadares. Lisboa: Plátano edições técnicas, 1984. Título original: Learning how to learn.
- NÓVOA, A (Coord.). **Os professores e sua formação**. 2.ed. Lisboa: Dom Quixote, 1991.
- OLIVEIRA, O. A.; FERNANDES, J. D. G. **Evolução dos modelos atômicos de Leucipo e Rutherford**. Natal: EDUFRRN: Editora UFRN, 2006.
- PADILHA, P. R. **Planejamento dialógico**: como construir o projeto político-pedagógico da escola. São Paulo: Cortez, 2001.
- PATTON, M. **Qualitative Evaluation**. Beverly Hills: SAGE, 1980.
- PEREIRA, J. J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educação e Sociedade**, v. 20, n. 68, p. 109 - 125, 1999.
- PÉREZ GÓMEZ, A. La función y formación del profesor en la enseñanza para la comprensión. *In*: GIMENO, J.; PÉREZ GÓMEZ, A. Comprender y transformar la escuela. Madrid: Morata, 1992.
- PERRENOUD, P. **10 novas competências para ensinar**. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: ARTMED, 2000. Título original: Dix nouvelles compétences pour enseigner.
- PRETI, D. (Org.). **O discurso oral culto**. 2. ed. São Paulo: Humanitas Publicações, 1999.
- PILETTI, C. **Didática Geral**. 3.ed. São Paulo: Ática, 1985.
- PORLÁN, R. *et al.* Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos. **Revista Investigación en la Escuela**, n. 29, p. 23 - 38, 1996.
- PORLÁN, R. *et al.* El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. **Enseñanza de las Ciencias**, n. 28, v. 1, p. 31 – 46, 2010.
- PORLÁN, R. *et al.* El cambio del profesorado de ciencias II: itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. **Enseñanza de las Ciencias**, n. 29, v. 3, p. 353 - 370, 2011.
- PORLÁN, R. A.; MARTÍN, J. Le savoir pratique des enseignants spécialisés. **Aster**, n. 19, p. 49 - 60, 1994.
- PORLÁN, R. A.; MARTÍN, J. **El diario del profesor**: un recurso para la investigación en el aula. 3.ed. Sevilla: Díada Editora, 1996.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. **El conocimiento de los profesores**. Sevilla: Díada, 1998.

PORLÁN, R.; RIVERO, A.; DEL POZO, R. M. Conocimiento Profesional y Epistemología de los Profesores I: Teoría, Métodos e Instrumentos. **Enseñanza de las ciências**. v. 15, n. 2, p. 155 - 171, 1997.

PORLÁN, R.; RIVERO, A.; SOLÍS, E. Un modelo de formación para el cambio del profesorado de ciencias. *In*: PRIMERAS JORNADAS DE INNOVACIÓN DOCENTE DE LA FACULTAD DE LAS CIENCIAS, 2011, Sevilla. **Anais...**Sevilla: Facultad de Ciencias, 2011, p. 1 - 9.

PORTO, Y. S. Formação continuada: A prática pedagógica recorrente. *In*: MARIN, A. J. (Ed.). **Educação Continuada**: reflexões, alternativas. Campinas: Papirus, 2000. cap. 1, p. 11 - 28.

POZO, J. I. A aprendizagem e o ensino de fatores e conceitos. *In*: COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B. e VALLS, E. (Orgs). **Os conteúdos na reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. Título Original: los contenidos em la reforma: enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes.

RAMAL, A. C. **Educação na cibercultura**: hipertextualidade, leitura, escrita e aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RAYNER-CANHAM, G.; OVERTON, T. **Química inorgânica descritiva**. Tradução de Edilson Clemente da Silva *et al.* 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. Título original: Descriptive inorganic chemistry.

REIS, J. M. C.; KIOURANIS, N. M. M; SILVEIRA, M. P. Conceito de átomo: obstáculos epistemológicos e o processo de ensino e aprendizagem. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, 2015, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: USP, 2015, p. 1 – 8.

RIBEIRO, T. N.; SOUZA, D. N.; MOREIRA, M. A. O mapa conceitual como instrumento de avaliação de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) sobre o conteúdo de razões trigonométricas no triângulo retângulo. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 8, n. 1, p. 21 – 37, 2018.

RIOS, T. A. Competência e Qualidade na docência em busca da significação dos conceitos. *In*: RIOS, T. A. (Org.) **Compreender e ensinar**: por uma docência da melhor qualidade. São Paulo: Cortez, 2006. cap. 2, p. 63 – 92.

RIOS, T. A. Significado e pressupostos do projeto pedagógico. **Série Ideias**, São Paulo, n. 15, p. 73 – 77, 1992.

RIVERO, A. *et al.* **Didáctica de las ciencias experimentales en educación primaria**. Madrid: Editorial Síntesis, 2017.

RIVERO, A.; PORLÁN, R. The difficult relationship between theory and practice in an in-service course for science teachers. **INT. J. SCI. EDUC.**, v. 26, n. 10, p. 1223 - 1245, 2004.

RODRIGUEZ, L. Z.; MOHR, A. O planejamento didático-pedagógico na prática de professores de biologia de Florianópolis/SC. **Revista da SBEnBio**, n.7, p. 4623 - 4636, 2014.

ROSA, M. V. F. P.C.; ARNOLDI, M. A. G. C. **Entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para validação dos resultados**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

ROSENBERG, I. M. **Química Geral**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

RUSSELL, J. B. **Química Geral**. São Paulo: McGraw-Hill, 1981.

SÁ, C. R. A.; MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Modelo atômico de Thomson e o Ensino Fundamentado em Modelagem: uma intervenção no Ensino Médio. **REnCiMa**, v. 12, n. 2, p. 1 - 24, 2021.

SACRISTÁN G. J. O currículo: os conteúdos do ensino ou uma análise prática. *In*: SACRISTÁN, G. J.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. **Compreender e transformar o ensino**. 4.ed. Porto Alegre: ArtMed, 2000. cap. 6, p. 119 - 148.

SÁNCHEZ BLANCO, G.; VALCÁRCEL PÉREZ, M. V. Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p.33 - 44, 1993.

SANMARTÍ, N. Organización y secuenciación de las actividades de enseñanza/aprendizaje. *In*: **Didáctica de las ciencias em la educación secundaria obligatoria**. Madrid: Editorial Síntesis, 2009. cap. 8, p. 169 - 204.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000. Título original: *Educating the Reflective Practitioner*.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner: how professionals think in action**. Basic Books, 1983, 384p.

SEDANO, L.; CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: oportunidades de interação social e sua Importância para a construção da autonomia moral. **Alexandria**, v. 10, n. 1, p. 199 – 220, 2017.

SEDUC-SP. **Currículo Paulista**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2020.

SEDUC-SP. **Currículo do estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/235.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2020.

SEDUC-SP. **Matriz de avaliação processual: ciências da natureza**. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.pebsp.com/matrizes-de-avaliacao-processual/>. Acesso em: 12 abr. 2020.

SEDUC-SP. **Proposta curricular do estado de São Paulo: Química**. São Paulo, 2008. Disponível em: [http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portals/18/arquivos/Prop\\_QUI\\_COMP\\_red\\_md\\_20\\_03.pdf](http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portals/18/arquivos/Prop_QUI_COMP_red_md_20_03.pdf). Acesso em: 12 abr. 2020.

SEE-MG. **Currículo Referência de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2020.

- SELLTIZ, C. *et al.* **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo. Herder, 1965.
- SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.
- SILVA, A. L. S.; DEL PINO, J. C. **Metodologias de ensino no contexto da formação continuada de professores**. Curitiba: Appris, 2019.
- SILVA, B. V. *et al.* Contribuições do PROFQUI aos esforços para melhoria da Educação Básica em Química no Brasil. **RVq**, v. 13, n. 3, p. 593 – 594, 2021.
- SILVA JÚNIOR, O. J.; DANTAS, D. S.; FARIAS, R. F. **Ensino de Química: o uso de analogias**. Campinas: Editora Átomo, 2017.
- SILVA, M. O. L.; CABRAL, C. L. O. **Formação continuada: desenvolvimento profissional de professor na escola**. Curitiba: Appris, 2016.
- SILVA, V. F.; BASTOS, F. Formação de Professores de Ciências: reflexões sobre a formação continuada. **Alexandria**, v. 5, n. 2, p. 150 - 1888.
- SOLÍS, E.; PORLÁN, R. El conocimiento docente del profesorado. *In*: PORLÁN, R. **Enseñanza Universitaria: Cómo mejorarla**. Madrid: Ediciones Morata, 2017. cap. 6, p. 100 - 114.
- STAKE, R. E. Case studies. *In*: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Ed.) **Handbook of qualitative research**. London: Sage, 2000. p. 435 - 454.
- STEWART, J. J. V., ROWELL, R. Concept Mapps: A Tool for Use in Biology Teaching. **American Biology Teacher**, n. 41, v.3, p. 171 - 175, 1979.
- SZYMANSKI, H. Entrevista reflexiva: um olhar psicológico sobre a entrevista em pesquisa. *In*: SZYMANSKI, H (Org.). **A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva**. 5.ed. Campinas: Autores Associados, 2018. cap. 1, p. 9 - 60.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.
- TRICÁRICO, H. Algumas reflexões sobre o conteúdo e a temática na formação continuada e permanente de professores de ciências. *In*: MENEZES, L. C (Org.). **Formação continuada de professores de ciências: no âmbito ibero-americano**. 2.ed. Campinas: Autores associados; São Paulo: NUPES, 2001. cap. 5, p. 83 – 90.
- VILLANI, A.; BOROLLI, E. Os discursos do professor e o ensino de Ciências. **Pro-Posições**, v, 17, n. 1, p. 155 – 175, 2016.
- VEIGA, I. P. de O. **Projeto Político Pedagógico na Escola: uma construção possível**. 24.ed. Campinas: Papirus, 2008.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- YIN, R. K. **Pesquisa Qualitativa: do início ao fim**. Tradução de Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2016. Título original: Qualitative Reserch from Start Finish.
- ZABALA, A. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. 2.ed. Porto Alegre: ARTMED, 1999.

ZOCA, C.C. **Transformação da prática pedagógica e identidade profissional de um professor universitário de química:** o caso da implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica. Orientador: Amadeu Moura Bego. 2021. 192f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, 2021.

# APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DO COLABORADOR DA PESQUISA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Instituto de Química de Araraquara

| FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DO PROFESSOR (Vrs01- data) |      |                         |            |
|----------------------------------------------------|------|-------------------------|------------|
| Versão                                             | Data | Pesquisador Responsável | Observação |
|                                                    |      |                         |            |
| NOME COMPLETO                                      |      |                         | DATA       |
|                                                    |      |                         |            |

| ENDEREÇO RESIDENCIAL    |         |              |
|-------------------------|---------|--------------|
| Rua/Av./Rod.:           | Nº:     | Complemento: |
| Bairro:                 | CEP:    |              |
| Cidade:                 | Estado: |              |
| Telefones para contato: |         |              |

| ENDEREÇO PROFISSIONAL (Local de coleta de dados da pesquisa) |                   |              |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| Rua/Av./Rod.:                                                | Nº:               | Complemento: |
| Bairro:                                                      | CEP:              |              |
| Cidade:                                                      | Estado:           |              |
| Telefones para contato:                                      |                   |              |
| Cargo:                                                       | Tempo de serviço: |              |

| ENDEREÇO PROFISSIONAL (Secundário) |                   |              |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| Rua/Av./Rod.:                      | Nº:               | Complemento: |
| Bairro:                            | CEP:              |              |
| Cidade:                            | Estado:           |              |
| Telefones para contato:            |                   |              |
| Cargo:                             | Tempo de serviço: |              |
| E-mail 1                           |                   |              |
| E-mail 2                           |                   |              |
| DATA DE NASCIMENTO:                |                   |              |
| NATURALIDADE                       |                   |              |
| Cidade:                            | Estado:           | País:        |
|                                    |                   |              |

| FORMAÇÃO ACADÊMICA |       |                    |                  |
|--------------------|-------|--------------------|------------------|
| Nível              | Curso | Instituição/Cidade | Ano de conclusão |
|                    |       |                    |                  |

| ATUAÇÃO PROFISSIONAL                                                   |                       |                        |                     |                         |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| Instituição/Cidade                                                     | Disciplina Ministrada | Etapas de escolaridade | Aulas/semana        | Tempo de serviço (anos) |
| FORMAÇÃO EM SERVIÇO (curso, capacitação, especialização, entre outros) |                       |                        |                     |                         |
| Curso                                                                  | Duração (horas)       | Ano de Conclusão       | Instituição/ Cidade |                         |
|                                                                        |                       |                        |                     |                         |

## APÊNDICE B - PROTOCOLO DE OBSERVAÇÃO UTILIZADO NA PESQUISA

| ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DE OBSERVAÇÕES<br>(Vrs01 - data) |      |             |             |
|----------------------------------------------------------|------|-------------|-------------|
| PREENCHIMENTO                                            |      |             |             |
| Versão                                                   | Data | Responsável | Observações |
| 1                                                        |      |             |             |

| IDENTIFICAÇÃO GERAL DA OBSERVAÇÃO    |  |
|--------------------------------------|--|
| Atividades desenvolvidas no local    |  |
| Modos de registro dos dados          |  |
| Momento da observação                |  |
| Objetivos da observação              |  |
| Principais pontos a serem observados |  |

| IDENTIFICAÇÃO DO ESPAÇO E DO OBSERVADOR |                      |  |
|-----------------------------------------|----------------------|--|
| Espaço de Observação                    | Tipo                 |  |
|                                         | Caracterização geral |  |
|                                         | Local                |  |
| Tipo de Observação                      |                      |  |
| Observador                              |                      |  |
| Data/Dia da Semana                      |                      |  |
| Início/Término                          |                      |  |

| ORIENTAÇÕES PARA REGISTROS |                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N.                         | Conteúdo de descrição          | Questões/Itens de orientação                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1.                         | Descrição dos colaboradores    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantas pessoas estão no local?</li> <li>• Qual o grau de relação entre os colaboradores?</li> <li>• Quem são essas pessoas?</li> <li>• Idade e sexo?</li> <li>• Pessoas com necessidades especiais?</li> <li>• Grau de escolaridade?</li> </ul> |
| 2.                         | Reconstrução de diálogos       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forma de condução da atividade</li> <li>• Anotar depoimentos e diálogos importantes, as observações feitas entre os colaboradores.</li> </ul>                                                                                                    |
| 3.                         | Descrição de locais            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspecto físico do ambiente:</li> <li>• Disposição dos participantes durante a reunião:</li> <li>• Detalhes que chamaram a atenção:</li> </ul>                                                                                                    |
| 4.                         | Descrição de eventos especiais | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O que ocorreu?</li> <li>• Quem estava envolvido?</li> <li>• Como se deu esse envolvimento?</li> <li>• Qual a postura dos observados?</li> </ul>                                                                                                  |



|    |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. | <b>Descrição das atividades</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividades gerais e os comportamentos das pessoas observadas e a sequência em que ocorrem:</li> </ul>                                                                                                                                                        |
| 6. | <b>Comportamentos que se repetem com frequência</b> | Qual?<br>Qual a frequência?                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 7. | <b>Comportamentos do observador</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como se deu a participação do observador na reunião?</li> <li>• Local onde permaneceu para realizar a observação.</li> <li>• Como o observador foi apresentado aos participantes?</li> <li>• Possíveis conversas com os participantes <i>etc.</i></li> </ul> |

| <b>ORIENTAÇÕES PARA REGISTROS</b> |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>N.</b>                         | <b>Conteúdo de reflexão</b>                                  | <b>Questões/Itens de orientação</b>                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 1.                                | <b>Reflexões analíticas</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temas que possam emergir</li> <li>• Associações e relações entre partes</li> <li>• Novas ideias</li> </ul>                                                                                                                                     |
| 2.                                | <b>Reflexões metodológicas</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimentos e estratégias metodológicas utilizadas</li> <li>• Problemas encontrados na obtenção das informações e a forma de resolvê-los.</li> </ul>                                                                                         |
| 3.                                | <b>Dilemas éticos e conflitos</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possíveis conflitos e/ou questões surgidos durante o relacionamento com os participantes.</li> </ul>                                                                                                                                           |
| 4.                                | <b>Mudanças na perspectiva do observador</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Expectativas, opiniões, preconceitos e conjeturas do observador e sua evolução durante a pesquisa.</li> </ul>                                                                                                                                  |
| 5.                                | <b>Esclarecimentos necessários</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pontos a serem esclarecidos:</li> <li>• Aspectos que parecem confusos</li> </ul> Outra consideração <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relações a serem explicitadas:</li> <li>• Elementos que necessitam de maior exploração</li> </ul> |
| 6.                                | <b>Esclarecimentos obtidos fora do momento da observação</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algum fato obtido fora do momento da observação que pode contribuir para explicar algum ponto importante da coleta de dados:</li> <li>• Qual?</li> <li>• Como?</li> <li>• Onde?</li> <li>• Quem?</li> <li>• Momento?</li> </ul>                |

# APÊNDICE C - ROTEIRO PARA CONDUÇÃO DA ENTREVISTA.

## ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DE ENTREVISTA (Vrs01 - - data)

| PREENCHIMENTO                      |               |                 |             |
|------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| Versão                             | Data          | Responsável     | Observações |
| 1                                  |               |                 | -----       |
| <b>IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO</b>   |               |                 |             |
| <b>Título</b>                      |               |                 |             |
| <b>Tipo de pesquisa</b>            |               |                 |             |
| <b>Vínculos</b>                    | <b>Ppg</b>    | <b>Nome/IES</b> |             |
|                                    |               | <b>Nível</b>    |             |
|                                    | <b>GrPsq</b>  | <b>Nome</b>     |             |
|                                    |               | <b>Núcleo</b>   |             |
| <b>Autor</b>                       |               |                 |             |
| <b>Orientador</b>                  |               |                 |             |
| <b>FONTE DE INFORMAÇÃO</b>         |               |                 |             |
| <b>Modalidade</b>                  |               |                 |             |
| <b>Tipo</b>                        |               |                 |             |
| <b>IDENTIFICAÇÃO DA ENTREVISTA</b> |               |                 |             |
| <b>Entrevistador</b>               |               |                 |             |
| <b>Entrevistado(a)</b>             | <b>Nome</b>   |                 |             |
|                                    | <b>Código</b> |                 |             |
| <b>Caracterização</b>              | <b>Nome</b>   |                 |             |
|                                    | <b>Código</b> |                 |             |
| <b>Local da Entrevista</b>         |               |                 |             |
| <b>Momento da entrevista</b>       |               |                 |             |
| <b>Equipamento utilizado</b>       |               |                 |             |
| <b>Data/Dia da Semana</b>          |               |                 |             |
| <b>Início/Término</b>              |               |                 |             |

| ORIENTAÇÃO PARA CONTATO INICIAL |                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N.                              | Ação                        | Orientações                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1                               | <b>Apresentação</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meu nome é _____ e estou fazendo esta pesquisa de doutorado que está vinculada ao Instituto de Química da UNESP de Araraquara e conta com a orientação do _____.</li> <li>• Gostaria de compreender as formas de articulação dos saberes de professores em formação continuada no processo de implementação de UDM.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2                               | <b>Considerações Gerais</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Essa entrevista será gravada e apenas eu, meu orientador e você teremos acesso à gravação.</li> <li>• Todas as informações coletadas são sigilosas e só serão incorporadas ao trabalho a ser publicado após seu consentimento.</li> <li>• Você tem o direito de retirar suas contribuições para a pesquisa a qualquer momento durante o processo.</li> <li>• No trabalho final utilizarei nomes fictícios e apenas alguns trechos de nossas conversas, portanto todo o processo de anonimização será rigorosamente seguido.</li> <li>• A entrevista poderá ser pausada ou encerrada a qualquer momento, mediante sua solicitação, sem a necessidade de qualquer justificativa.</li> </ul> |

|   |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Você tem o direito de não responder perguntas que lhe traga algum tipo de constrangimento, sem a necessidade de qualquer justificativa.</li> <li>• Você poderá solicitar esclarecimentos sobre a pesquisa a qualquer momento.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                        |
| 3 | <b>Valorização da participação</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seu depoimento é essencial para compreender as formas de articulação dos saberes de professores em formação continuada no processo de implementação de UDM e terá grande contribuições para o desenvolvimento e consolidação do modelo de UDM.</li> <li>• Para tanto, iremos conversar a respeito e gostaria que você ficasse à vontade para responder às questões, tirar dúvidas que possam surgir e fazer as considerações que julgar necessárias.</li> </ul> |

| <b>ROTEIRO PARA CONDUÇÃO DA ENTREVISTA DO PROFESSOR EM FORMAÇÃO CONTINUADA</b> |                          |                              |          |                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dimensões                                                                      | Bloco                    | Ação                         | Questões |                                                                                                                                                        |
| Apresentação informal                                                          | Atividade de aquecimento | Apresentação do entrevistado | Sigla    | Enunciado                                                                                                                                              |
|                                                                                |                          |                              | QAq1     | Quando você começou a lecionar? Quantos anos de experiência docente você tem? Fale um pouco sobre sua trajetória profissional                          |
|                                                                                |                          |                              | QAq2     | O que te motivou a entrar em um mestrado profissional? Que contribuições você acha que o mestrado profissional pode dar para sua prática profissional? |

| Dimensões    | Bloco                        | Ação                       | Questões |                                                                                                                                                                                               |
|--------------|------------------------------|----------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planejamento | 0                            | Apresentação               | Sigla    | Enunciado                                                                                                                                                                                     |
|              |                              |                            | QAq3     | De modo geral, como você avalia sua participação no planejamento e no desenvolvimento na prática da UDM?                                                                                      |
|              | Decisões gerais              | Questão desencadeadora     | QD1      | Como ocorreu o processo de escolha do tema da UDM?                                                                                                                                            |
|              |                              | Questões de Aprofundamento | QA1.1    | Que critérios foram levados em conta para definir o tema da UDM? Houve troca no tema? Quais os motivos?                                                                                       |
|              |                              |                            | QA1.2    | Como foi sua participação no processo de definição do tema? Houve alguma interferência de seu orientador nessa escolha?                                                                       |
|              |                              |                            | QA1.3    | Como foi o processo de escolha da abordagem metodológica da UDM?                                                                                                                              |
|              |                              |                            | QA1.4    | Que critérios foram levados em conta para definir a abordagem metodológica da UDM? Houve troca da abordagem? Quais os motivos?                                                                |
|              |                              | Encerramento do bloco      | QE1      | Você teria algo a acrescentar?                                                                                                                                                                |
|              | Tempo e fontes de referência | Questão desencadeadora     | QD2      | Quanto tempo foi dedicado para o planejamento das atividades da UDM?                                                                                                                          |
|              |                              | Questões de Aprofundamento | QA2.1    | Quanto tempo foi dedicado para sua preparação para desenvolver as atividades planejadas?                                                                                                      |
|              |                              |                            | QA2.2    | Quais fontes de referência foram utilizadas para a preparação da UDM? Por que foram necessárias essas fontes? Qual sua opinião sobre esse processo? (Você se baseou em algum livro didático?) |

|  |                                                     |                                   |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                     | <b>Encerramento do bloco</b>      | <b>QE2</b>   | Você teria algo a acrescentar?                                                                                                                                                                                                                                                  |
|  | <b>Objetivos, Estratégias e Avaliação</b>           | <b>Questão desencadeadora</b>     | <b>QD3</b>   | O que influenciou, no final das contas, a escolha dos conteúdos e sua estruturação ao longo da UDM?                                                                                                                                                                             |
|  |                                                     | <b>Questões de Aprofundamento</b> | <b>QA3.1</b> | Em sua opinião, o que influenciou a escolha das estratégias de cada sequência didática? (Por que essas estratégias e não outras? Qual a reação com a abordagem metodológica?)                                                                                                   |
|  |                                                     |                                   | <b>QA3.2</b> | Qual a importância do levantamento das concepções prévias dos alunos e dos obstáculos epistemológicos para a definição dos objetivos e a escolha das estratégias de cada sequência didática?                                                                                    |
|  |                                                     |                                   | <b>QA3.3</b> | De que modo a definição dos objetivos influenciou na organização das estratégias de cada sequência didática?                                                                                                                                                                    |
|  |                                                     |                                   | <b>QA3.4</b> | De que modo a abordagem metodológica escolhida influenciou a organização das estratégias de cada sequência didática?                                                                                                                                                            |
|  |                                                     | <b>Encerramento do bloco</b>      | <b>QE3</b>   | Você teria algo a acrescentar?                                                                                                                                                                                                                                                  |
|  | <b>Inovação no planejamento didático-pedagógico</b> | <b>Questão desencadeadora</b>     | <b>QD4</b>   | Quais as dificuldades que você encontrou para planejar suas aulas no modelo de UDM?                                                                                                                                                                                             |
|  |                                                     | <b>Questões de Aprofundamento</b> | <b>QA4.1</b> | Quais seções da UDM que você teve mais dificuldades/dúvidas para desenvolver? Explique.                                                                                                                                                                                         |
|  |                                                     |                                   | <b>QA4.2</b> | Quais as diferenças que você pode apontar entre sua forma usual de planejamento das aulas e o método de planejamento nos moldes da UDM? Quais os aspectos positivos e negativos da utilização do modelo de UDM em relação ao planejamento de aulas que você costumava utilizar? |
|  |                                                     |                                   | <b>QA4.3</b> | Você acha que as reuniões de orientação realizadas durante o planejamento foram importantes para o desenvolvimento de sua UDM? Em que aspectos?                                                                                                                                 |
|  |                                                     | <b>Encerramento do bloco</b>      | <b>QE4</b>   | Você teria algo a acrescentar?                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                  |                                           |                                   |              |                                                                                                                        |
|------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aplicação</b> | <b>Tempo UDM, estratégias e avaliação</b> | <b>Questão desencadeadora</b>     | <b>QD5</b>   | Quais eram suas expectativas em relação ao desenvolvimento (aplicação) da UDM?                                         |
|                  |                                           | <b>Questões de Aprofundamento</b> | <b>QA5.1</b> | Suas expectativas foram contempladas? Comente.                                                                         |
|                  |                                           |                                   | <b>QA5.2</b> | Você julga que desenvolveu (aplicou) adequadamente as estratégias planejadas (citar algumas do planejamento)? Por quê? |
|                  |                                           |                                   | <b>QA5.3</b> | De que modo a definição dos objetivos ajudou na utilização das estratégias adotadas? Por quê?                          |
|                  |                                           |                                   | <b>QA5.4</b> | Considerando os conteúdos pretendidos e efetivados, bem como as estratégias e os objetivos, você considera que os      |

|  |                        |                            |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                        |                            | instrumentos avaliação utilizados foram adequados?                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|  |                        | QA5.5                      | O tempo destinado para as atividades avaliativas da UDM foi adequado? Explique.                               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|  |                        | Encerramento do bloco      | QE5                                                                                                           | Você teria algo a acrescentar?                                                                                                                                                                                                                                       |
|  |                        |                            | QD6                                                                                                           | Quais foram suas maiores dificuldades em relação à intervenção com o modelo da UDM?                                                                                                                                                                                  |
|  | Relação teoria-prática | Questões de Aprofundamento | QA6.1                                                                                                         | Diante da experiência vivida, você encontrou discordância entre teoria e prática no uso da metodologia escolhida? (potencialidades e limitações)                                                                                                                     |
|  |                        |                            | QA6.2                                                                                                         | Diante da experiência vivida, você encontrou discordância entre teoria e prática no uso das estratégias escolhidas? (potencialidades e limitações)                                                                                                                   |
|  |                        |                            | QA6.3                                                                                                         | Como você avalia a seu desempenho no quesito conteúdo teórico (científico e didático)?                                                                                                                                                                               |
|  |                        |                            | QA6.4                                                                                                         | Quais ações você tomaria para melhorar a a intervenção didático-pedagógica?                                                                                                                                                                                          |
|  |                        | Encerramento do bloco      | QE6                                                                                                           | Você teria algo a acrescentar?                                                                                                                                                                                                                                       |
|  | Valoração do modelo    | Questão desencadeadora     | QD7                                                                                                           | Como foi para você ensinar usando a UDM?                                                                                                                                                                                                                             |
|  |                        | Questões de Aprofundamento | QA7.1                                                                                                         | Você julga que a utilização da UDM seria importante para um melhor ensino de Química? Explique                                                                                                                                                                       |
|  |                        |                            | QA7.2                                                                                                         | Em sua opinião, quais requisitos um professor deve ter para trabalhar com a UDM?                                                                                                                                                                                     |
|  |                        |                            | QA7.3                                                                                                         | Qual foi a importância de um planejamento tão detalhado para a realização das aulas? De que forma esse modelo de planejamento modificou suas aulas?<br>Quais os aspectos positivos e negativos que a implementação do modelo de UDM trouxe para sua prática docente? |
|  |                        |                            | QA7.4                                                                                                         | Você julga que a utilização da UDM seria viável em sua prática cotidiana? Explique.                                                                                                                                                                                  |
|  |                        |                            | QA7.5                                                                                                         | Você pretende utilizar esse modelo novamente? Explique<br>Quais as condicionantes, externas a sua vontade como profissional, que podem influenciar positiva ou negativamente na decisão de utilizar o modelo de UDM novamente?                                       |
|  |                        | QA7.6                      | Você teria como relatar as impressões (positivas ou negativas) dos seus alunos em relação a esse novo modelo? |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|  |                        | Encerramento do bloco      | QE7                                                                                                           | Você teria algo a acrescentar?                                                                                                                                                                                                                                       |

## APÊNDICE D - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

| ELEMENTOS BÁSICOS DE CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA |                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Instituição</b>                              | Universidade Estadual Paulista (UNESP)- Instituto de Química de Araraquara                                                                                                                             |
| <b>Departamento</b>                             | Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica                                                                                                                                                         |
| <b>Pesquisador Responsável</b>                  | Vagner Antonio Moralles                                                                                                                                                                                |
| <b>Título do Projeto</b>                        | Vamos modelar professor Hélio? Desenvolvimento do conhecimento prático-profissional por meio da implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica                                                 |
| <b>Objetivo</b>                                 | O objetivo desse trabalho é investigar: De que modo o processo de implementação de uma UDM incide sobre o desenvolvimento do conhecimento prático-profissional de um professor em formação continuada? |

#### 1. Abordagem de Pesquisa

Optamos pela abordagem qualitativa de pesquisa. Essa abordagem mostra-se mais apropriada aos objetivos desse projeto, já que tem como pretensão compreender de forma detalhada atribuindo características e propriedades de modo a qualificar os fenômenos sociais abordados, mediante a análise de diferentes formas de interação e convívio entre os próprios indivíduos (colaboradores da pesquisa) e desses com o meio (espaços da pesquisa).

#### 2. Direitos dos Participantes:

Os envolvidos nessa pesquisa têm o direito de receber esclarecimentos acerca da investigação desenvolvida antes ou durante o curso desse estudo seja com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Unesp ou com o pesquisador responsável. Também possuem o direito de retirar o termo de consentimento em qualquer fase de desenvolvimento da pesquisa ou mesmo recusar sua participação sem qualquer penalização ou prejuízo ao seu cuidado.

#### 3. Direito de Confidencialidade:

As informações obtidas serão analisadas e divulgadas, quando autorizadas pelos participantes, de forma a evitar sua identificação, utilizando-se para isso códigos e números.

#### 4. Acesso às Informações da Pesquisa:

É assegurado aos participantes da pesquisa o direito de serem informados sobre os resultados parciais e finais da investigação, quando em estudos abertos, ou resultados que sejam do conhecimento dos pesquisados.

#### 5. Compromisso dos Pesquisadores:

Os pesquisadores devem utilizar os dados e os materiais coletados somente para contemplar os objetivos propostos por essa investigação.

Você está recebendo uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

---

Vagner Antonio Moralles  
Programa de Pós-graduação em Química  
Instituto de Química de Araraquara - Unesp  
(00) 00000000  
vagnermoralles@hotmail.com

Após a leitura do exposto acima, acredito ter sido suficientemente informado a respeito da pesquisa intitulada Vamos modelar professor Hélio? Desenvolvimento do conhecimento prático-profissional por meio da implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica. Declaro para os devidos fins que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Local e data: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

---

(nome completo e assinatura)

## APÊNDICE E - DOCUMENTO PADRÃO UTILIZADO PARA TRANSCRIÇÃO

Construído fundamentado nas referências Gibbs (2009), Azevedo e colaboradores (2017) e Preti (1999).

|                                          |  |
|------------------------------------------|--|
| Identificação da transcrição:            |  |
| Identificação do arquivo de áudio/vídeo: |  |
| Tempo total do arquivo de áudio/vídeo    |  |
| Data/Local:                              |  |
| Entrevistador(es):                       |  |
| Entrevistado(s):                         |  |

| CÓDIGOS UTILIZADOS NA TRANSCRIÇÃO                       |                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DESCRIÇÃO                                               | CÓDIGO                                                                                                            |
| O que a pessoa diz não é audível ou não é compreensível | Adiciona-se o trecho:<br>( <i>segmento de texto inaudível/segmento de texto incompreensível</i> )                 |
| Não se tem certeza do que a pessoa disse                | Entre parênteses delimitados por pontos de interrogação:<br>?(XXXXXXXXXX)?                                        |
| Não se entende porque há conversas cruzadas             | Adiciona-se o trecho:<br>( <i>segmento de texto incompreensível devido a conversa sobreposta/cruzada</i> )        |
| Inicia uma conversa cruzada                             | Parênteses aberto [                                                                                               |
| Termina uma conversa cruzada                            | Parêntesis fechado ]                                                                                              |
| Se acredita que a pessoa errou na palavra               | A transcrição exata do que disse e entre parênteses delimitados por barras, coloca-se a proposta:<br>Vida/(vida)/ |
| Há uma interrupção/corte em uma palavra                 | Travessão no final:<br>Respod-                                                                                    |
| Colocar notas explicar interrupções                     | O texto em itálico e entre parênteses:<br>(xxxx)                                                                  |
| Sons não verbais                                        | (riu-se); (suspirou-se)                                                                                           |
| Silêncio/pausas                                         | (...)                                                                                                             |
| A pessoa enfatiza o discurso                            | <u>sublinhado</u>                                                                                                 |
| Interjeições                                            | <u>Hmmm; Mm; Ah; Hum; Ahã</u>                                                                                     |

INÍCIO (00:00:00- XX:XX:XX)/ FINAL (XX:XX:XX- XX:XX:X

**APÊNDICE F - COMPARAÇÃO ENTRE A PRIMEIRA VERSÃO DA UDM E A VERSÃO DA INTERVENÇÃO**

| LINHA | ELEMENTOS DO PLANEJAMENTO                                                                | DIFERENÇAS NAS VERSÕES                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                                          | PRIMEIRA VERSÃO                                                 | VERSÃO DA INTERVENÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1     | <i>Esquema conceitual científico sobre o objeto de estudo da UDM (parte da tarefa 2)</i> | Esquema mais simplificado com menos inter-relações (Figura 60). | Esquema mais complexo que abarca uma série de inter-relações entre os conceitos (Figura 61).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2     |                                                                                          | -                                                               | 5 referências novas:<br>(BEGO, 2016b; SÁNCHEZ BLANCO; VALCÁRCEL PÉREZ, 1993; KOTZ; TREICHEL, 2005; OLIVEIRA; FERNANDES, 2006; ROZENBERG, 2002).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3     | <i>Implicações para o ensino dos conteúdos da UDM (parte da tarefa 3)</i>                | -                                                               | <p>Alguns trechos foram adicionados:</p> <p>IV) “[...] primeira implicação é a orientação dos alunos em relação à abordagem metodológica fundamentada em modelagem. Por isso, é interessante uma aula introdutória ao estudo de modelagem, que envolva uma prática experimental de ensino fundamento em modelagem. Isto permitirá aos alunos uma primeira vivência das práticas de modelagem”;</p> <p>V) “[...] autonomia na forma de pensar é importante no desenvolvimento de atividades baseadas em modelagem, pois permite ao educando a elaboração de modelos mentais diversos que permitem a diversidade de ideias e uma aprendizagem dialética mais rica em contextos”;</p> <p>VI) “[...] segundo Justi (2008), o professor deve estar ciente que seu papel está relacionado a criação de ricos contextos de aplicação do estudo de Modelos Atômicos e promoção de testes e questionamentos dos modelos, ou seja, o professor precisa desenvolver na sala de aula um ambiente que busque a constante dialética dos estudantes em relação aos objetos modelados. Uma tarefa hercúlea”.</p> |



|    |                                                                                    |                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  |                                                                                    | -                                                                                                                  | 2 referências novas:<br>(FERREIRA; JUSTI, 2018; VILLANI, 2016).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 5  | <i>Princípios teórico-metodológicos da abordagem escolhida (parte da tarefa 4)</i> | Diagrama do processo de modelagem de Justi e Gilbert (2002, p. 371) (Figura 55).                                   | Um trecho foi adicionado:<br>[...] o trabalho com diversas atividades de modelagem tende a promover o progresso do desempenho dos alunos em relação às habilidades envolvidas em modelagem, em especial quando eles refletem sobre suas ações (estruturando e/ou sistematizando um plano de ações para integrar ideias e produzir um modelo); tentando adequar os conhecimentos e experiências prévias a novas situações) e/ou sobre a natureza dos modelos (reconhecendo que esses possuem limitações). O envolvimento dos estudantes em atividades de modelagem contribui, ainda, para que esses elaborem seus próprios modelos sobre o processo de modelagem, promovendo uma sistematização do mesmo ao longo de suas ações, o que pode ser útil em situações inéditas”. |
| 6  |                                                                                    | -                                                                                                                  | 5 referências novas:<br>(JUSTI, 2006; GILBERT; JUSTI; QUEIROZ, 2009; MAIA; JUSTI, 2009a; MAIA; JUSTI, 2009b; NERSESSIAN, 1999).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 7  | SD 1                                                                               | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7)</u> : envolvimento do aluno na atividade de modelagem da “caixa misteriosa”. | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7)</u> : envolvimento do aluno na atividade de modelagem da “caixa misteriosa”. Além da justificativa dos materiais presentes nas caixas via escrita e socialização de argumentos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8  |                                                                                    | -                                                                                                                  | <u>Recurso didático</u> : apostila desenvolvida.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9  | SD 2                                                                               | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7)</u> : apresentação pelos grupos dos modelos relacionados ao átomo de Thomson | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7)</u> : análise das proposições em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 10 |                                                                                    | <u>Estratégias didáticas (tarefa 6)</u> : EFM.                                                                     | <u>Estratégias didáticas (tarefa 6)</u> : I) prática experimental; II) aula expositiva dialogada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|    |      |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 |      | -                                                                                                                                                              | <u>Organização da sala de aula:</u> I) carteira enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em 5, sempre uma de frente para a outra; II) manutenção dos grupos formado nas aulas anteriores.                                                                                                   |
| 12 | SD 3 | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> apresentação dos modelos elaborados pelos grupos dos modelos relacionados à produção das diversas soluções aquosas. | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> análise das proposições em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo.                                                 |
| 13 |      | <u>Estratégias didáticas (tarefa 6):</u> EFM.                                                                                                                  | <u>Estratégias didáticas (tarefa 6):</u> aula expositiva dialogada.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 14 |      | -                                                                                                                                                              | <u>Organização da sala de aula e descrição das atividades:</u> I) vídeo editado com observações macroscópicas; II) carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em 5 sempre uma de frente para a outra.                                                                               |
| 15 | SD 4 | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> elaboração e reelaboração dos modelos pelos grupos e apresentação dos mesmos para a classe.                         | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> análise das proposições em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo.                                                 |
| 16 |      | <u>Estratégias didáticas (tarefa 6):</u> EFM.                                                                                                                  | <u>Estratégias didáticas (tarefa 6):</u> I) prática experimental; II) aula expositiva dialogada.                                                                                                                                                                                                                          |
| 17 |      | -                                                                                                                                                              | <u>Organização da sala de aula e descrição das atividades:</u> I) carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em 5 sempre uma de frente para a outra; II) experimento do uso do espectroscópio e teste da chama; III) abordagem do EFM: elaboração de modelos mentais e consensuais. |

|    |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 |      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <u>Instrumento de avaliação:</u> I) solicitar que cada grupo produza um texto justificando seu modelo; II) socialização do modelo consensual elaborado pelo grupo.                                                 |
| 19 | SD 5 | <u>Título:</u> sedimentando as informações.                                                                                                                                                                                                                                         | <u>Título:</u> tempestade de modelos.                                                                                                                                                                              |
| 20 |      | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> I) entender os diversos modelos como construções humanas, explicando os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado. II) avaliar os diversos modelos atômicos; criticando-os de acordo com o contexto do fenômeno macroscópico observado. | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas, organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciado a abrangência de cada um dos modelos. |
| 21 |      | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> reconhecer soluções como eletrolíticas e não eletrolíticas.                                                                                                                                                                              | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> análise da participação dos alunos do <i>brainstorming</i> , desempenho dos grupos no Quiz e avaliação escrita individual.                                              |
| 22 |      | <u>Estratégias didáticas (tarefa 6):</u> campeonato cultural (jogo de perguntas e respostas entre grupo de alunos).                                                                                                                                                                 | <u>Estratégias didáticas (tarefa 6):</u> tempestade de ideias.                                                                                                                                                     |

|    |  |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 23 |  | <u>Organização da sala de aula e descrição das atividades:</u> I) montagem de times com 5 componentes via sorteio; II) pareamento dos duelos entre time; III) 2 duelos: 1º com perguntas de Dalton e Thomson e 2º questões relacionadas a Rutherford e Bohr. | <u>Organização da sala de aula e descrição das atividades:</u> I) atividade voltada para a coleta de informações; II) toda a sala participa por meio de sugestões de informações acerca dos diversos modelos atômicos estudados; III) teste dos conhecimentos por meio de Quiz em duplas ou quarteto (depende da disponibilidade de celulares); IV) avaliação com questões de múltipla escolha e questão dissertativa. |
| 24 |  | <u>Recursos didáticos:</u> cartões com perguntas.                                                                                                                                                                                                            | <u>Recursos didáticos:</u> I) apostila desenvolvida para aplicação das atividades; II) sala do acesa ou celulares (solicite com antecedência para que os alunos instalem o Kahoot® nos celulares); III) prova impressa.                                                                                                                                                                                                |
| 25 |  | -                                                                                                                                                                                                                                                            | <u>Instrumento de avaliação:</u> I) avaliação da aprendizagem em grupos por meio da plataforma de avaliação Kahoot®; II) avaliação de modelos atômicos.                                                                                                                                                                                                                                                                |

Fonte: elaboração própria.

**APÊNDICE G - COMPARAÇÃO ENTRE A VERSÃO DA INTERVENÇÃO DA UDM E A VERSÃO REELABORADA**

| LINHA | ELEMENTOS DO PLANEJAMENTO                           | DIFERENÇAS DAS VERSÕES DA UDM                                                                                        |                                                                                                                                                                                                     |
|-------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                     | VERSÃO DA INTERVENÇÃO                                                                                                | VERSÃO REPLANEJADA                                                                                                                                                                                  |
| 1     | <i>Análise científico-epistemológica (tarefa 2)</i> | <u>Referências</u> : 4 referências diferentes: (MEC, 2000; MEC, 1998; SEDUC-SP, 2011; SEDUC-SP, 2008).               | <u>Referências</u> : 2 referências diferentes: (MEC, 2017a; MEC, 2017b).                                                                                                                            |
| 2     |                                                     | <u>Orientações curriculares oficiais sobre o tema</u> : Fundamentado no PCNEM e no currículo do estado de São Paulo. | <u>Orientações curriculares oficiais sobre o tema</u> : atualizada de acordo com a BNCC Ensino Médio.                                                                                               |
| 3     | <i>Análise didático-pedagógica (tarefa 3)</i>       | <u>Referências</u> : 1 referência diferente: (VILLANI, 2016).                                                        | -                                                                                                                                                                                                   |
| 4     | <i>Abordagem metodológica (tarefa 4)</i>            | <u>Referências</u> : 1 referência diferente: (NERSESSIAN, 1999)                                                      | -                                                                                                                                                                                                   |
| 5     | <i>Número de SD/ número de aulas</i>                | -                                                                                                                    | Aumentou 2 SD / 1 aula.                                                                                                                                                                             |
| 6     | SD0                                                 | Não existe nessa versão                                                                                              | <u>Título</u> : modelos e modelagens nas Ciências.                                                                                                                                                  |
| 7     |                                                     |                                                                                                                      | <u>Objetivo (tarefa 5)</u> : aplicar a abordagem metodológica do ensino fundamentado em modelagem numa situação problema, executando uma atividade de modelagem nas suas diversas etapas.           |
| 8     |                                                     |                                                                                                                      | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7)</u> : envolvimento dos alunos na atividade de modelagem denominada “caixa misteriosa”, argumentando escrita e oral quanto aos materiais presentes nas caixas. |

|    |     |                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9  |     |                                                                                                                                                                                                                     | <u>Conteúdo programático:</u> modelos e modelagem nas Ciências.                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 10 |     |                                                                                                                                                                                                                     | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u><br>I) 1 aula tempo real de 40 minutos; II) carteiras dispostas em fileiras; III) levantamento das concepções prévias dos alunos quanto a palavra modelo; IV) carteiras formando grupos com 5 componentes no máximo; V) atividade da “caixa misteriosa”. |
| 11 |     |                                                                                                                                                                                                                     | <u>Recursos didáticos:</u> I) material de aprendizagem para desenvolvimento das atividades; II) 8 caixas misteriosas.                                                                                                                                                                                                        |
| 12 |     |                                                                                                                                                                                                                     | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> exposição da hipótese do material que se encontra na caixa.                                                                                                                                                                                                        |
| 13 |     |                                                                                                                                                                                                                     | <u>Tempo em aulas:</u> 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14 | SD1 | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> avaliar o modelo de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para a compreensão de novos fenômenos.                                                                            | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> lembrar do modelo atômico de Dalton, reconhecendo suas características e abrangências.                                                                                                                                                                                                           |
| 15 |     | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> envolvimento do aluno na atividade de modelagem da “caixa misteriosa”. Além da justificativa dos materiais presentes nas caixas via escrita e solicitação de argumentos. | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> observação dos alunos na aula expositivo dialogada; análise das respostas dos alunos aos diversos questionamentos presentes no material de aprendizagem.                                                                                                                          |
| 16 |     | <u>Conteúdo programático:</u> I) modelos e modelagem; II) modelo atômico de Dalton.                                                                                                                                 | <u>Conteúdo programático:</u> modelo atômico de Dalton.                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 17 |     | <u>Recursos didáticos:</u> 8 caixas misteriosas.                                                                                                                                                                    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |     |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 |     | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> atividade da “caixa misteriosa”.                                                                                                                                               | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> I) 1 aula: tempo real de 40 minutos; II) carteiras dispostas em fileiras.                                                                                                                                                                                                                                           |
| 19 |     | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> exposição da hipótese do material que se encontra na caixa.                                                                                                                               | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> análise da argumentação dos alunos durante os questionamentos.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 20 |     | <u>Tempo em aulas:</u> 2.                                                                                                                                                                                                                           | <u>Tempo em aulas:</u> 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 21 |     | -                                                                                                                                                                                                                                                   | <u>Referências:</u> 1 referência diferente (ROZENBERG, 2002).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 22 | SD2 | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> analisar o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                      | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> analisar o modelo atômico de Thomson, concluindo sobre as limitações do modelo de Dalton e as características e abrangências do modelo de Thomson.                                                                                                                                                                                                           |
| 23 |     | <u>Estratégia didática:</u> prática experimental demonstrativa.                                                                                                                                                                                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 24 |     | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> I) 1ª aula: 50 minutos; II) experimento de magnetismo; III) vídeo editado (10 minutos); IV) 2ª aula: 50 minutos; V) elaboração de modelos pelos alunos/ experimentação mental. | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> I) 1ª aula: tempo real 40 minutos; II) apresentação dos objetivos específicos; III) 2ª aula: tempo real de 40 minutos; IV) questionamento pelos pares dos modelos produzidos; V) eleição pelos alunos do melhor modelo a representar o átomo de Thomson; VI) apresentação do modelo de Thomson aceito oficialmente. |
| 25 |     | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> I) avaliação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo; II) solicitar que cada grupo produza um texto justificando seu modelo.                                                     | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> I) observação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo; II) análise do material produzido pelos alunos no final da SD.                                                                                                                                                                                                 |
| 26 |     | -                                                                                                                                                                                                                                                   | <u>Referências:</u> 3 referências diferentes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | (ATKINS; JONES, 2007; BRADY; HUMISTON, 2002; ROZENBERG, 2002).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 27 | SD3 | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> analisar o modelo atômico de Rutherford, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                                                                                                      | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> analisar o modelo atômico de Rutherford, concluindo sobre as limitações do modelo de Thomson e as características e abrangências do modelo de Rutherford.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 28 |     | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> análise das proposições em relação aos modelos dos alunos relatados por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo.                                                                              | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> análise da produção dos alunos durante as atividades de EFM; observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e a participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 29 |     | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> I) 1ª aula: 50 minutos; II) vídeo editado com observações macroscópicas; III) elaboração dos modelos mentais e expressos pelos grupos; IV) 2ª aula: 50 minutos; V) manutenção dos grupos para continuidade do processo de elaboração, expressão, teste e reelaboração de modelos. | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> I) 1ª aula: tempo real 40 minutos; II) aula multimídia do experimento do espalhamento das partículas alfa; III) elaboração de modelos; IV) teste e reelaboração dos modelos; V) 2ª aula: tempo real de 40 minutos; VI) socialização dos modelos produzidos pelos alunos com o auxílio do projetor multimídia; VII) questionamento pelos alunos dos modelos apresentados pelos diversos grupos; VIII) eleição pelos alunos do melhor modelo a representar o átomo de Rutherford; IX) apresentação pelo professor do modelo atômico de Rutherford. |
| 30 |     | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> I) análise das respostas dos alunos presentes na apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM; II) experimento mental do modelo elaborado pelos alunos; III) experimento mental, apresentação dos modelos                                                                                | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> I) análise dos modelos produzidos pelos alunos nas etapas de “vamos testar!”, “tá de acordo!”, “vamos reelaborar!”; II) análise dos modelos apresentados durante a etapa de socialização; III) observação dos questionamentos promovidos pelos alunos durante a socialização; IV) reelaboração das ideias dos alunos ao término da socialização.                                                                                                                                                                                                            |



|    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |     | elaborados pelos grupos para toda a sala de aula; IV) síntese manuscrita das ideias.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 31 |     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <u>Referências:</u> 3 referências diferentes. (ATKINS; JONES, 2007; BRADY; HUMISTON, 2002; ROZENBERG, 2002).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 32 |     | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> analisar o modelo atômico de Bohr, concluir sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <u>Objetivo (tarefa 5):</u> analisar o modelo atômico de Bohr, concluindo sobre as limitações do modelo de Rutherford e as características e abrangências do modelo de Bohr.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 33 | SD4 | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> I) 1ª aula: 50 minutos; II) abordagem do EFM; III) 2ª aula: 50 minutos; IV) manutenção dos grupos das aulas anteriores; V) elaboração dos modelos mentais e expressos pelos alunos. Com submissão destes à experimentos mentais; VI) grupos com carteiras uma de frente com a outra; VII) elaboração de modelos pelos alunos/ experimentação mental dos modelos; VIII) apresentação dos modelos de cada grupo para toda a classe. | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> I) 1ª aula: tempo real 40 minutos; II) elaboração dos modelos; III) teste e reelaboração dos modelos; IV) teste e reelaboração dos modelos; V) 2ª aula: tempo real de 40 minutos; VI) socialização dos modelos produzidos pelos alunos com o auxílio do projetor multimídia; VII) questionamento pelos alunos dos modelos apresentados pelos diversos grupos; VIII) eleição pelos alunos do melhor modelo a representar o átomo de Bohr; IX) apresentação pelo professor do modelo atômico de Bohr. |
| 34 |     | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> I) análise das respostas dos alunos presentes na apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM; II) análise da experimentação mental do modelo dos alunos por meio da oralidade; III) experimento mental,                                                                                                                                                                                                                                 | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> I) análise dos modelos produzidos pelos alunos etapas de “vamos modelar!”, “tá de acordo!”, “vamos reelaborar!”; II) análise dos modelos apresentados durante a etapa de socialização; III) observação dos questionamentos promovidos pelos alunos durante a socialização; IV) reelaboração das ideias dos alunos ao término da socialização.                                                                                                                                                                  |

|    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |     | apresentação dos modelos elaborados pelos grupos para toda a sala de aula; IV) síntese manuscrita das ideias.                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 35 |     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <u>Referências:</u> 3 referências diferentes. (ATKINS; JONES, 2007; BRADY; HUMISTON, 2002; ROZENBERG, 2002).                                                                                                                                                                                |
| 36 | SD5 | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> análise da participação dos alunos do <i>brainstorming</i> desempenho dos grupos no Quiz e avaliação escrita individual.                                                                                                                      | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7):</u> observação dos alunos no <i>brainstorming</i> e nos trabalhos em grupos. Além da socialização dos conhecimentos pelos grupos.                                                                                                                    |
| 37 |     | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> I) 1ª aula: 50 minutos; II) teste dos conhecimentos por meio do Quiz em duplas ou quartetos (dependendo da disponibilidade de celulares); III) avaliação com questões de múltipla escolha e questões dissertativas. | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula:</u> I) aula única: tempo real 40 minutos; II) carteiras dispostas enfileiradas no início da atividade; III) carteiras dispostas em grupos com até 5 componentes no máximo; IV) manutenção dos grupos das aulas anteriores. |
| 38 |     | <u>Recursos didáticos:</u> I) apostila desenvolvida para aplicação das atividades; II) sala do acesa ou celulares (solicite com antecedência para que os alunos instalem o Kahoot® no celular); III) prova impressa.                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 39 |     | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> I) avaliação da aprendizagem em grupo por meio da plataforma Kahoot®; II) avaliação de modelos atômicos.                                                                                                                       | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação:</u> I) envolvimento dos alunos nas atividades em grupo; II) socialização das características, abrangências e limitações de cada modelo pelos grupos.                                                                                  |
| 40 |     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <u>Referências:</u> 3 referências diferentes.                                                                                                                                                                                                                                               |

|    |     |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |     |                         | (ATKINS; JONES, 2007; BRADY; HUMISTON, 2002; ANTUNES, 2007).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 41 | SD6 | Não existe nessa versão | <u>Título</u> : vamos testar!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 42 |     |                         | <u>Objetivo (tarefa 5)</u> : avaliar a aprendizagem dos diversos modelos atômicos estudados, checando os conhecimentos dos alunos por meio de avaliação tradicional e digital.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 43 |     |                         | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7)</u> : análise do desempenho dos alunos no Quiz como um todo e na avaliação escrita individual.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 44 |     |                         | <u>Conteúdo programático</u> : I) modelo atômico de Dalton; II) modelo atômico de Thomson; III) modelo atômico de Rutherford; IV) modelo atômico de Bohr.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 45 |     |                         | <u>Tempo em aulas</u> : 1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 46 |     |                         | <u>Estratégia de avaliação (tarefa 7)</u> : I) Quiz digital com a temática de modelos atômicos; II) avaliação escrita tradicional.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 47 |     |                         | <u>Descrição das atividades/ tempo/ organização da sala de aula</u> : I) 1 aula: tempo real de 40 minutos; II) as duas atividades serão realizadas individualmente; III) toda a sala participa por meio de sugestões de informações acerca dos diversos modelos atômicos estudados; IV) teste dos conhecimentos por meio do Quiz em duplas ou quarteto (depende da disponibilidade de celulares); V) avaliação com questões de múltipla escolha e questões dissertativas. |
| 48 |     |                         | <u>Recursos didáticos</u> : I) projetor multimídia; II) celulares para a realização do quiz; III) sala de acesso; IV) prova impressa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 49 |     |                         | <u>Material de aprendizagem/instrumento de avaliação</u> : I) análise do material de aprendizagem preenchido durante o desenvolvimento da sequência didática; II) observação dos                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |  |  |                                                                                                                                                                                                             |
|----|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |  |  | alunos nas respostas aos questionamentos propostos; <i>III</i> ) avaliação da aprendizagem em grupo por meio da plataforma de avaliação <i>Kahoot®</i> ; <i>IV</i> ) avaliação escrita de modelos atômicos. |
| 50 |  |  | <u>Referências:</u> (ATKINS; JONES, 2007; BRADY; HUMISTON, 2002; FERREIRA; JUSTI, 2008; JUSTI, 2010; ROZENBERG, 2002).                                                                                      |

Fonte: elaboração própria.

## ANEXO A - INSTRUMENTO PARA O PLANEJAMENTO BASEADO NO MODELO DA UDM

Apresenta-se neste anexo o instrumento da UDM formalizado por Bego (2016a) e discutido por Bego e Sgarbosa (2016), Ferrarini (2020) e Bego, Ferrarini e Moralles (2021).

| INSTRUMENTO PARA PLANEJAMENTO DE UNIDADE DIDÁTICA MULTISTRATÉGICA (UDM)<br>(Vrs09 - Amadeu Bego - 22.abr.2019) |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO                                                                                      |  |
| CURSO                                                                                                          |  |
| INSTITUIÇÃO                                                                                                    |  |
| DISCIPLINA                                                                                                     |  |
| PROFESSOR                                                                                                      |  |
| AUTORES DA UDM<br>(ordem alfabética)                                                                           |  |
| DATA E VERSÃO DA UDM                                                                                           |  |

| CONTEXTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA |  |
|---------------------------------------------|--|
| NOME DA UNIDADE ESCOLAR                     |  |
| ENDEREÇO COMPLETO                           |  |
| TELEFONE E E-MAIL                           |  |
| CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE ESCOLAR           |  |
| DISCIPLINA                                  |  |
| ANO/TURMA                                   |  |
| PROFESSOR RESPONSÁVEL                       |  |
| NÚMERO DE ESTUDANTES                        |  |
| CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDANTES               |  |

| ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA                                                                                                                                                                                  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Conteúdo programático da UDM</b>                                                                                                                                                                                |  |
| <b>Pré-requisitos para a UDM</b>                                                                                                                                                                                   |  |
| <b>Orientações curriculares oficiais sobre o tema</b>                                                                                                                                                              |  |
| <b>Conteúdos conceituais</b><br>- <b>Identificação</b> dos fatos e/ou fenômenos de interesse (aspecto fenomenológico)<br>- <b>Interpretação</b> dos fatos ou fenômenos de interesse (aspectos teórico e simbólico) |  |
| <b>Perfil conceitual ou desenvolvimento histórico do conceito principal da UDM</b>                                                                                                                                 |  |
| <b>Esquema conceitual científico sobre o conteúdo conceitual da UDM</b><br>(mapa conceitual)                                                                                                                       |  |
| <b>Referências</b>                                                                                                                                                                                                 |  |

| ANÁLISE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA                                                                                                                                                                                         |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos da UDM</b>                                                                                                                                                 |  |
| <b>Obstáculos epistemológicos particulares relacionados aos conteúdos da UDM</b><br>Obstáculo da experiência primeira<br>Obstáculo verbal<br>Obstáculo substancialistas<br>Obstáculo realista<br>Obstáculo animista |  |
| <b>Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM</b><br>Aspectos a evitar e a reforçar                                                                                                                   |  |
| <b>Referências</b>                                                                                                                                                                                                  |  |



| ABORDAGEM METODOLÓGICA                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Princípios teórico-metodológicos da abordagem escolhida</b><br>(teoria psicológica, teoria pedagógica, visão de ciência, função do sistema educacional e forma de condução do ensino - funções que professor e aluno desempenham no processo de ensino e aprendizagem) |  |
| <b>Referências</b>                                                                                                                                                                                                                                                        |  |

| TÍTULO, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS |                |                       |                             |
|----------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------|
| Título da UDM                                            |                |                       |                             |
| Objetivos previstos em Orientações Curriculares Oficiais |                |                       |                             |
| Objetivo da UDM                                          |                |                       |                             |
| Sequência Didática                                       | Objetivo da SD | Conteúdo Programático | Tempo Aproximado (em aulas) |
|                                                          |                | •                     |                             |
|                                                          |                | •                     |                             |
|                                                          |                | •                     |                             |

\* Acrescente quantas linhas julgar necessárias

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO                          |                            |                            |                                                                       |                           |                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                                                       |                            |                            |                                                                       |                           |                                                            |
| <b>Objetivo da SD</b>                                                                     |                            |                            |                                                                       |                           |                                                            |
| <b>Estratégia de Avaliação</b>                                                            |                            |                            |                                                                       |                           |                                                            |
| <b>Dia/Aula</b>                                                                           | <b>Estratégia Didática</b> | <b>Conteúdos de ensino</b> | <b>Tempo / Descrição das Atividades / Organização da Sala de Aula</b> | <b>Recursos Didáticos</b> | <b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b> |
|                                                                                           | •                          | •                          | •                                                                     | •                         | •                                                          |
|                                                                                           | •                          | •                          | •                                                                     | •                         | •                                                          |
|                                                                                           | •                          | •                          | •                                                                     | •                         | •                                                          |
|                                                                                           | •                          | •                          | •                                                                     | •                         | •                                                          |
|                                                                                           | •                          | •                          | •                                                                     | •                         | •                                                          |
|                                                                                           | •                          | •                          | •                                                                     | •                         | •                                                          |
| <b>Referências</b><br>(fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas) |                            |                            |                                                                       |                           |                                                            |

\* Repita este quadro dependendo de quantas Sequências Didáticas foram previstas.

\* Repita o número de aulas e cada quadro quantas vezes forem necessárias dependendo do número de aulas definidas para cada SD

## ANEXO B – PRIMEIRA VERSÃO DA UDM PLANEJADA PELO PROFESSOR HÉLLIO

|                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>INSTRUMENTO PARA PLANEJAMENTO DE UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA (UDM)</b><br>(Vrs01) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|

| IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO                   |                                                   |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>CURSO</b>                                | Mestrado ProfQui                                  |
| <b>INSTITUIÇÃO</b>                          | XXXXXXXXXXXXXX                                    |
| <b>DISCIPLINA</b>                           | Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional |
| <b>PROFESSOR</b>                            | Orientador                                        |
| <b>AUTORES DA UDM</b><br>(ordem alfabética) | Hélio                                             |
| <b>DATA E VERSÃO DA UDM</b>                 | 21 de novembro de 2018                            |

| CONTEXTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOME DA UNIDADE ESCOLAR                     | Escola Estadual do interior do Estado de São Paulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ENDEREÇO COMPLETO                           | XXXXXXXXXXXXXXXXXX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| TELEFONE E E-MAIL                           | XXXXXXXXXXXXXXXXXX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE ESCOLAR           | <p><i>(Trecho omitido por questões anonimização da Escola e do colaborador da pesquisa)</i></p> <p>O prédio onde hoje está instalada a Unidade Escolar contém:</p> <p>13 salas de aulas todas mobiliadas; 02 salas que compõem a sala de leitura com um excelente acervo; 01 laboratório (com multimídia), que é também utilizado como sala de aula; 06 salas de multimídia que estão sendo utilizadas como sala de aula; 01 lousa interativa, instalada em sala de aula; 01 sala para professores; 01 sala para diretoria; 01 sala para secretaria; 01 sala de mediação; 01 sala para coordenação pedagógica; 01 pequeno depósito de materiais pedagógicos; 01 sala de apoio pedagógico – SAPE; 01 sala de materiais de Educação Física; 01 sala para xerox; 01 arquivo; 2 instalações sanitárias para alunos (masculino/feminino); 02 instalações sanitárias para docentes e funcionários (masculino/feminino); 01 quadra de esporte descoberta; 01 quadra de esporte coberta; 01 cozinha interna (professores/funcionários); 01 cozinha externa onde são servidas as merendas; 01 pátio coberto; 01 cantina; 02 vestiários (feminino/masculino); 01 zeladoria; 01 laboratório de Informática - ACESSA; 02 almoxarifados.</p> |
| DISCIPLINA                                  | Química                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ANO/TURMA                                   | 2º ano do ensino médio – 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| PROFESSOR ESPONSÁVEL                        | Professor Hélio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NÚMERO DE ESTUDANTES                        | ?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| CARACTERIZAÇÃO DOS<br>ESTUDANTES | ? |
|----------------------------------|---|

| ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Conteúdo programático da UDM</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- O comportamento dos materiais e os modelos dos átomos;</li> <li>- As limitações das ideias de Dalton para explicar o comportamento dos materiais: o modelo de Rutherford-Bohr;</li> <li>- Condutividade elétrica e radiatividade natural dos elementos químicos;</li> <li>- O modelo de Rutherford e a natureza elétrica dos materiais;</li> <li>- O Modelo de Bohr e a constituição da matéria.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Pré-requisitos para a UDM</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo Atômico de Dalton</li> <li>- Símbolos dos elementos químicos</li> <li>- Linguagem simbólica da Química</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Orientações curriculares oficiais sobre o tema</b> | <p>A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), no que tange ao Ensino Médio, afirma no artigo 35 a necessidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental para possibilitar o prosseguimento dos estudos. Além da preparação para o mundo do trabalho e cidadania. Fato que será possível por meio de educação que permita o aluno a aprender a aprender para ser flexível as novas condições tecnológicas e sociais. Uma educação que permita a formação de um ser humano ético e autônomo capaz de pensar criticamente. Para tal, propõe no artigo 36, a necessidade da compreensão da ciência e o acesso aos conhecimentos. Ainda destaca, a necessidade de adoção de metodologias de ensino que estimulem a iniciativa dos estudantes. No parágrafo primeiro, destaca a necessidade de organização dos conteúdos e metodologias e formas de avaliação que permitam que o estudante ao final do ensino médio demonstre “domínios de princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna”, LDBEN p.33</p> <p>Segundo PCN+Ensino Médio, a aprendizagem de Ciências da Natureza precisa propiciar aos estudantes condições de apropriação e construção de sistemas de pensamento com maiores níveis de abstração e ressignificação. A aprendizagem de concepções científicas através de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas. Fato que aproxima o estudante do trabalho de investigação científica e tecnológicas (PCNEM 1999).</p> <p>A aprendizagem das Ciências da Natureza, qualitativamente distinta daquela realizada no Ensino Fundamental, deve contemplar formas de apropriação e construção de sistemas de pensamento mais abstratos e ressignificados, que as trate como processo cumulativo de saber e de ruptura de consensos e pressupostos metodológicos. A aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na</p> |

solução de problemas é finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços.

O PCN+ Ensino Médio com orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais propõe que a aprendizagem de Ciências da Natureza deve permitir aos estudantes condições de apropriação e construção de sistemas de pensamento com maiores níveis de abstração e resignificação. A aprendizagem de concepções científicas através de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas. Fato que aproxima o estudante do trabalho de investigação científica e tecnológicas (p.20 PCNEM 1999).

Segundo o PCN+ EM, o Ensino de Química deve buscar a superação do processo consagrado de memorização de informações e induzindo o aluno ao conhecimento fragmentário desvinculado de sua realidade. Por isso, o ensino de Química precisa reconhecer e compreender o conhecimento químico integrado aos processos naturais e tecnológicos.

A Química é uma ciência que nasceu do empirismo aplicado as observações das transformações da natureza, que conduziram aos primeiros modelos, os quais se tornaram extremamente elaborado se, por isso, destaca que a “Química deve ser apresentada estruturada sobre o tripé: **transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos**. Um ensino baseado harmonicamente nesses três pilares poderá dar uma estrutura de sustentação ao conhecimento de química do estudante”.

O PCNEM de Química observa que para facilitar tal processo é necessário agregar uma trilogia da adequação pedagógica fundamentada na contextualização (dar significados aos conteúdos para facilitar a conexão com outros campos do conhecimento); respeito ao desenvolvimento cognitivo e afetivo e desenvolvimento de competências e habilidades de acordo com os temas dos conteúdos de ensino.

Afinal o Ensino de Química nesta perspectiva “facilita o desenvolvimento de competências e habilidades e enfatiza situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões. PCN+, p.88”

As competências gerais do Ensino de Química são domínios da representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural. Para tanto no Ensino de Química, a escolha dos conteúdos e atividades a serem desenvolvidas visa a promoção das habilidades nos três domínios anteriormente citados.

Segundo PCN+Ensino Médio (p.91), quanto à competência de investigação e compreensão, uma das estratégias é “Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos para situações-problema, fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos”. Observe que a prática de Ensino Baseada em Modelagem é uma estratégia de aprendizagem que permite o reconhecimento dos modelos explicativos de diferentes épocas acerca da natureza dos materiais e suas transformações; permite também a elaboração de modelos e utilização de modelos macroscópicos para interpretação de transformações químicas. Além de possibilitar o reconhecimento das limitações de determinado modelo explicativo e consequente



|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                | <p>necessidade de alterá-lo. Vai além, afinal, elaboração e utilização de modelos científicos auxiliar na modificação das explicações alicerçadas no senso comum.</p> <p>A Proposta Curricular do Estado de São Paulo cria caminho para a implementação da</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><b>Conteúdos conceituais</b></p> <p>- Identificação dos fatos e/ou fenômenos de interesse (nível fenomenológico)</p> <p>- Interpretação dos fatos ou fenômenos de interesse (nível teórico e simbólico)</p> | <p><b>Nível fenomenológico</b></p> <p><b>Modelo Atômico de Thomson</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampola de Crookes: fenômeno de fluorescência, propagação retilínea, energia cinética, carga elétrica negativa</li> <li>• Neutralidade elétrica da matéria</li> </ul> <p><b>Modelo Atômico de Rutherford</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior parte das partículas alfa atravessa diretamente a lâmina;</li> <li>• 50 partículas alfa a cada 1 000 000 sofrem desvios consideráveis;</li> <li>• 1 partícula alfa a cada 1 000 000 voltam para trás</li> </ul> <p><b>Nível teórico</b></p> <p>Willian Prout acreditava que os átomos eram agregados de corpúsculos de átomos de Hidrogênio. Para ser mais exato, um agregado de átomos de hidrogênio. Para tanto, as massas dos demais elementos químicos deveriam ser expressos por números inteiros. Thomson também compartilhava dessa visão, a qual se mostrou errada por meio de métodos de determinação de massas atômicas mais sensíveis. Estes mostraram que as massas dos diferentes elementos químicos nem sempre eram números inteiros.</p> <p>Dessa concepção, a única sobrevivente foi a crença da indivisibilidade do átomo. Fato aceito pelo Modelo Atômico de Dalton, o qual se mostrava suficiente para explicar a realidade atômica. Porém, o mundo não parava, novos elementos químicos eram descobertos e surgiu a necessidade de organização destes numa tabela periódica. Fato que mostrou que o átomo era mais complexo. A Lei Periódica evidenciou a variação gradativa das propriedades dos elementos nos períodos e relacionou com o fato de serem divisíveis e terem estrutura discreta e variável.</p> <p>A descoberta de cargas elétricas em gases, a descoberta dos raios catódicos, Canais e X. além da interpretação desses fenômenos ajudou a enxergar essa nova realidade sobre a estrutura da matéria.</p> <p><b>Condutibilidade elétrica de Gases</b></p> <p>O ar é conhecido por ser mal condutor de eletricidade, mas torna-se bom condutor em condições especiais como, por exemplo, por meio da combustão, fragmentos de substâncias radioativas, emissão de raios X ou ultravioleta.</p> <p>Thomson explicou via postulado que a condutibilidade elétrica seria devido a existência de partículas elétricas denominadas íons gasosos. As radiações portariam como agentes ionizantes e quebrariam as moléculas em íons positivos e negativos.</p> |

J. J. Thomson e outros cientistas através de inúmeros experimentos chegaram à conclusão que as descargas são iniciadas pela presença íons no gás, os quais seriam gerados pela ação de agentes ionizantes.

Os experimentos de condutibilidade elétrica de gases forneceram a certeza que as cargas elétricas existiam e, provavelmente, estavam associadas a matéria, ou seja, os átomos e moléculas também são portadores de cargas elétricas.

#### **Descargas elétricas através de gases rarefeitos.**

Plucker e Hitorf estudaram inicialmente os fenômenos relacionados à descargas elétricas em gases rarefeitos. Porém, Crookes e Thomson foram os que mais se destacaram. Nos seus experimentos usaram um vidro cilíndrico de 40 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro. Neste era inserido um gás, o qual era rarefeito por ação de uma bomba de vácuo.

Os fenômenos observados foram:

- Pressão menor que 1 atm, percebe-se a formação de um longo traço azulado responsável por unir os dois eletrodos. Ao atingir 1 cmHg, o traço fica estável e retilíneo.
- Pressão menor que 1 mmHg, surge coluna de luz positiva que une os dois eletrodos. A cor varia de acordo com o gás (rosa para o ar atmosférico e  $N_2$  e vermelha para o  $H_2$ ).
- Pressão inferior a 0,1mmHg, tem a estratificação em camadas côncavas voltadas para o anodo. O cátodo aparece com uma auréola de luz prolongada até o catodo e denominada coluna negativa. As colunas positivas e negativas são separadas por uma região escura denominada espaço escuro de Faraday.
- Pressão de 0,01mmHg, a luz negativa se separa do catodo e o espaço escuro de Faraday se aproxima do anodo. O catodo surge como uma bainha catódica delgada e luminosa. Esta é separada da luz negativa por uma nova região escura denominada espaço escuro de Crookes.
- Pressão de milésimos de milímetros de mercúrio, o espaço escuro de Crookes toma o tubo e surge na parede do tubo voltada para o catodo uma fluorescência azulada ou esverdeada, que depende da composição do vidro. Algo invisível que vem do catodo, propaga-se pelo tubo e atinge a parede da ampola e excita a fluorescência. Trata-se de uma rajada de corpúsculos negativos chamados de raios catódicos.

#### **Os Raios Catódicos.**

Para o estudo dos raios catódicos usa-se a ampola de Crookes, que apresenta o anodo instalado lateralmente ao catodo permitindo a livre passagem dos raios catódicos para análise das propriedades dos raios catódicos, as quais são:

- Fenômenos de fluorescência: a parede da ampola situada a frente do catodo exibe fluorescência verde ou azulada dependendo do material constituinte do vidro.
- Propagação retilínea: os raios catódicos se propagam em linha reta à superfície do catodo.
- Os raios catódicos possuem energia cinética.

● Os corpúsculos constituintes dos raios catódicos transportam cargas elétricas negativas. O comportamento dos raios catódicos sugere que sejam estruturas extremamente pequenas dotadas de carga elétrica negativa, que se movimentam rapidamente provenientes do eletrodo negativo. Thomson explicou como eram formados os raios catódicos. Estes se originavam do intenso campo elétrico entre os eletrodos através da fragmentação dos átomos de gás rarefeito presentes na ampola e átomos do metal do próprio cátodo. Tais partículas aceleradas originam os raios catódicos. As partículas de natureza negativa receberam o nome de elétrons. Thomson percebeu que as características do elétron eram independentes do gás presente no tubo e do metal do catodo, ou seja, o elétron deveria ser um constituinte presente em todos os átomos.

**Medida da carga do elétron**

Quanto as cargas elétricas negativas do elétron vieram anos depois. A proposta mais interessante veio de Millikan com base na observação do campo elétrico com partículas líquidas eletrizadas. Este experimento permitiu constatar que o elétron era a menor carga elétrica existente, o que se verifica é que toda carga é pequena suficiente para ser comparada com a do elétron ou é múltiplo desta, ou seja, pressupõe-se que o elétron é a unidade natural de carga negativa.

**Os raios positivos**

Partindo do pressuposto que os átomos presentes no tubo de Crookes sejam eletricamente neutros. Então, ao gerar partículas elétricas negativas, provavelmente, existem partículas elétricas positivas resultantes da quebra de átomo ou moléculas. O deslocamento de tais corpúsculos deveriam ser oposto ao dos raios catódicos. Goldstein comprovou a existência de tais partículas ao proceder descargas elétricas num tubo de Crookes cujo catodo era perfurado, os quais formavam canais. Estes eram atravessados por feixes de raios de fraca luminosidade, que resultava em leve fluorescência ao atingir a parte anterior da ampola. Tais raios foram denominados raios canais ou raios positivos. Observou que, os raios canais experimentam deflexões de menor intensidade em campos elétricos e magnéticos e de sentidos opostos. De forma semelhante ao elétron, determinou-se a relação carga massa dos corpúsculos positivos cuja carga específica depende da natureza do gás, porém menor que a do elétron. Acredita que os raios positivos sejam oriundos do gás, pois o seu surgimento se dá quando rarefeitos e quando a pressão assume valores menores que milésimos de milímetro de mercúrio não se observa a presença de raios canais, ou seja, os raios positivos surgem do próprio gás e não do ânodo devido a perda de elétrons dos átomos do gás, ou seja, a formação de íons positivos devido a aceleração pelo campo elétrico existente entre os eletrodos que constituem os raios positivos.

**O modelo atômico de Thomson**

Os fatos experimentais sugeriram a existência de elétrons e constituintes positivos presentes no átomo. Com base nas diversas informações experimentais, Thomson propôs em 1898, seu modelo atômico com base nas informações experimentais disponíveis. Segundo seu modelo, a carga positiva estaria uniformemente distribuída numa esfera com os elétrons incrustados na superfície desta esfera. Os elétrons estariam em quantidade suficiente para manter o átomo eletricamente neutro e em repouso em relação a esfera positiva.

O modelo atômico de Thomson ficou conhecido como pudim de passas.

### **Limitações do Modelo Atômico de Thomson**

O modelo atômico de Thomson não consegue explicar:

- A emissão de luz por corpos aquecidos;
- Espectros óticos descontínuos de sólidos incandescentes;
- Espalhamento das partículas alfa pelas lâminas metálicas.

### **O espalhamento das partículas alfa e o núcleo atômico**

Rutherford com auxílio de Geiger e Marsden efetuaram experiências de espalhamento das partículas alfa. O experimento consiste no direcionamento de um feixe estreito de partículas alfa sobre uma lâmina metálica de poucos micrometros e na observação se tais lâminas eram atravessadas. O fato era possível devido o uso de lâmina de sulfeto de zinco disposta atrás e lateralmente a lâmina metálica. O sulfeto de zinco agia como chapa fotográfica, pois quando uma partícula alfa incidia produzia um brilho observável pela lupa.

Rutherford observou que:

- A maior parte das partículas alfa lançadas contra a lâmina não alteraram sua trajetória;
- Apenas 50 partículas alfa para cada 1 000 000 sofriam desvios apreciáveis;
- Apenas 1 partícula alfa par cada 1 000 000 eram enviadas para trás da lâmina metálica.

Note que, o número de partículas alfa que sofriam deflexões era muito superior ao que se poderia esperar considerando que o desvio ocorre em átomos com a carga positiva uniformemente distribuída pela esfera atômica.

Rutherford concluiu que os átomos não eram maciços e tinham espaços vazios, ou seja, constituídos de grandes espaços com os constituintes do átomo ocupando regiões muito reduzidas.

Para explicar os desvios de trajetória Rutherford imaginou que o átomo teria um corpúsculo maciço e positivo responsável por toda a massa do átomo e responsável pelo exercício das forças repulsoras em relação as partículas alfas quando próximas. Essa região atômica passou a ser denominada de Núcleo Atômico.

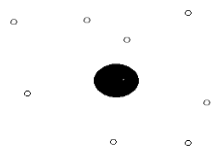
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Modelo Atômico de Rutherford</b></p> <p>Fundamentado nas suas observações experimentais, Rutherford propôs que o átomo teria elétrons com orbitas circulares ao redor do núcleo positivo com velocidades adequadas.</p> <p>O modelo Atômico de Rutherford é comparado por analogia ao Sistema Solar.</p> <p><b>Limitações do Modelo Atômico de Rutherford</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresenta contradições com a teoria de Maxwell relativa a origem das radiações eletromagnéticas;</li> <li>- Redução gradativa do raio e da orbita, a energia irradiada deveria ser manifestada por uma serie continua de radiações de diferentes comprimentos de onda. Por exemplo, o espectro atômico do hidrogênio deveria ser continuo.</li> </ul> <p>O espectro de Hidrogênio</p> <p>A teoria dos Quanta</p> <p>Efeito fotoelétrico</p> <p><b>Modelo Atômico de Bohr e seus postulados</b></p> <p>Bohr buscou conciliar a ideia de Rutherford com as teorias das radiações. Começou a explicar o átomo de hidrogênio e o aparecimento das raias do espectro de hidrogênio e dos demais átomos. Para Bohr, os elétrons poderiam girar ao redor do núcleo sem emissão de energia. Para tal, era necessário que os átomos permanecessem em orbitas determinadas e correspondentes a certos conteúdos energéticos.</p> <p>Os elétrons também poderiam mudar de orbita com emissão de radiação, desde que, recebessem um quantum de energia para passarem para uma camada mais energética e liberassem o mesmo quantum de energia quando passassem para a camada menos energética.</p> <p>Bohr pode resumir suas concepções nos seguintes postulados</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- As orbitas permitidas ao movimento de um elétron são aquelas para as quais seu movimento angular é um múltiplo inteiro de <math>h/2\pi</math></li> <li>- Ao movimento de um elétron ao redor do núcleo, somente são permitidas aquelas orbitas para quais o produto do seu comprimento (<math>2\pi R</math>) pela quantidade de movimento de um elétron (<math>mv</math>) seja igual a um múltiplo inteiro da constante de Planck.</li> <li>- Quando um elétron se encontra numa órbita estacionária de energia <math>E_1</math> e é excitado e, por consequência, passar para outra orbita estacionária, onde a energia <math>E_2 &gt; E_1</math> e na sequência retornar à camada de origem teremos a emissão de um quantum de energia radiante (ou fóton) de frequência <math>\nu</math>.</li> </ul> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Nível Simbólico**  
**Modelo Atômico de Dalton**



*Figura 1: Modelo Atômico de Dalton*

**Modelo Atômico de Rutherford**



**Partículas Subatômicas**

|             |         |
|-------------|---------|
|             | Próton  |
|             | Elétron |
| Cito ou não | Nêutron |

**Modelo atômico de Thomson**

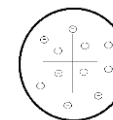
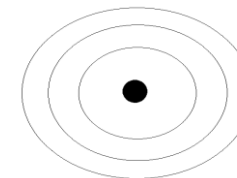


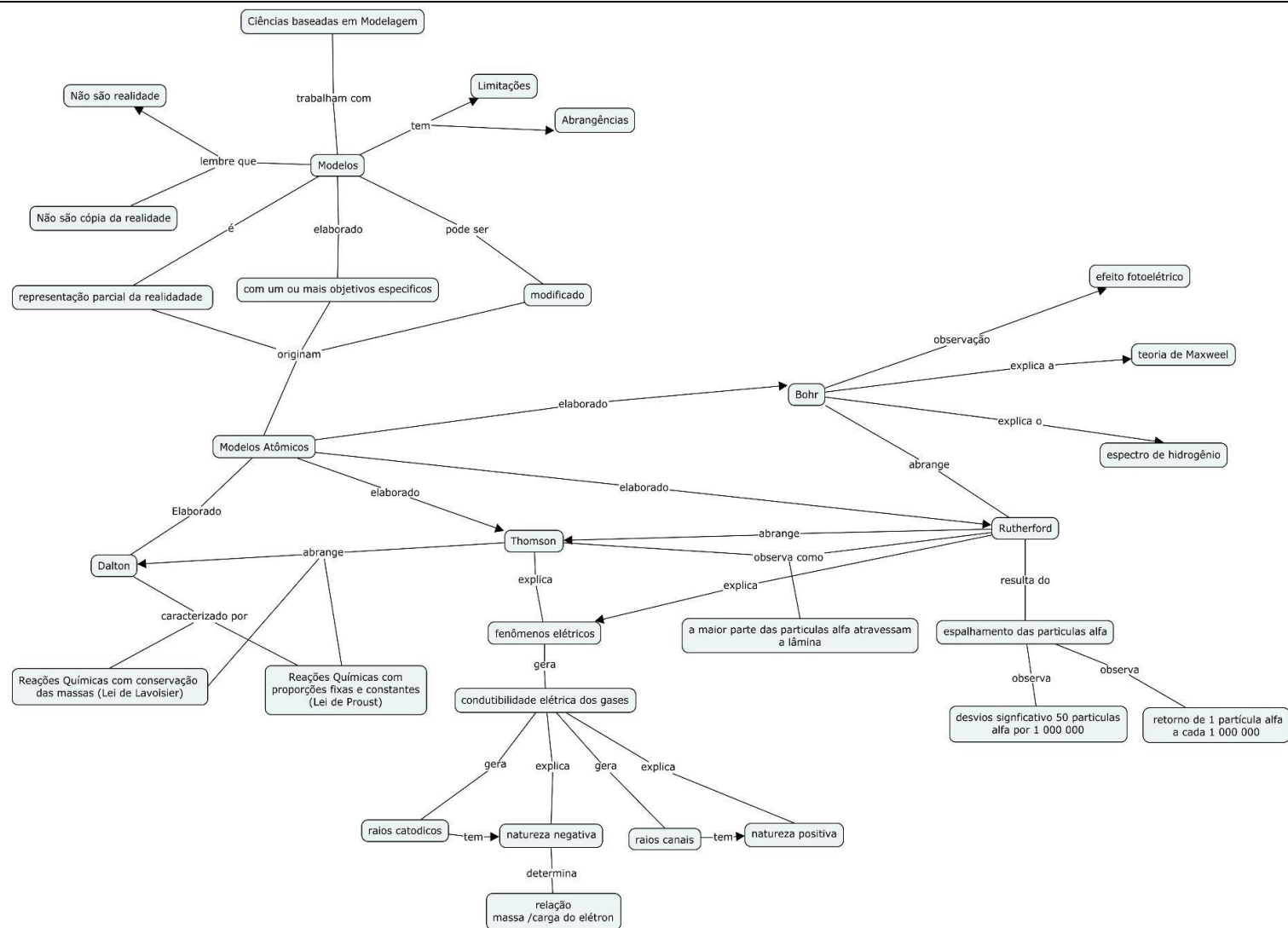
*Figura 2: Modelo Atômico de Thomson*

**Modelo Atômico de Bohr**



|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Perfil conceitual (conceito principal da UDM)</b></p> | <p>Para avaliar a evolução conceitual dos estudantes será usado como base o perfil conceitual proposto por Mortimer (2000). Tal perfil será adotado devido a elaboração de um perfil conceitual demandar tempo e estudo para sua elaboração. Além do perfil proposto por Mortimer ser amplamente aceito (LOPES, 2017).</p> <p><b>Zona Sensorialista</b> caracterizado pela negação do conceito de átomo. Tem como principal obstáculo para a evolução conceitual a negação da existência de espaços vazios na matéria; obstáculo de natureza ontológica devido sua superação envolver a aceitação da ideia de vácuo.</p> <p><b>Zona substancialista</b> caracterizada por atribuir características macroscópicas as propriedades das partículas.</p> <p><b>Zona Clássica</b> caracterizada pela eleição do átomo como unidade básica constituinte da matéria com ênfase na conservação das massas após as transformações químicas.</p> <p><b>Zona Quântica</b> aplica noções de mecânica quântica na descrição do comportamento atômico. Noções como orbitas estacionárias, transições eletrônicas e dualidade do elétron. Esta zona pertence a uma categoria ontológica diferente.</p> |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Esquema conceitual científico sobre o objeto de estudos da UDM (mapa conceitual)**





## Referências

ATKINS, P. W. **Moléculas**. Tradução de Pedro Sérgio dos Santos e Fernando Galebeck. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. Título original: *Molecules*.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. Título original: *Chemical Principles: The Quest for Insight*.

BRADY, E.B; HUMINSTON, G.H. **Química Geral – Volume 1**. 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2018

BRASIL. Ministério da Educação. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio – Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2018.

CONSTANTINO, M.G; SILVA, G.V.S de; DONATE, P.M. **Fundamentos de Química Experimental**. 1.ed. 1. Reimpr. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

NEVES, L.S das; FARIAS, R.B. de. **História da Química**: Um Livro Texto para a Graduação. 2. ed. Campinas: Ed. Átomo, 2011, p. 70-72.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias**. 1. ed. atual. São Paulo: SE, 2011. 152p. Disponível em: <<http://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/235.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação: **Currículo do Estado de São Paulo: Química**. São Paulo: SEE, 2008. 56p. Disponível em: <[http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portais/18/arquivos/Prop\\_QUI\\_COMP\\_red\\_md\\_20\\_03.pdf](http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portais/18/arquivos/Prop_QUI_COMP_red_md_20_03.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2018.

LOPES, R.O. A evolução do perfil conceitual de átomo por meio de atividades experimentais espectroscópicas. 2017. 153 f. Dissertação (Pós Graduação de Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

MORTIMER, Eduardo Fleury; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais**. 1994.Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

Mortimer linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

| ANÁLISE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos da UDM</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Crença que o modelo atômico é descoberto (MELO, 2002; MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Prevalência do modelo atômico de Dalton em relação aos demais modelos atômicos (MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Acredita que a cor de fogos de artifício é resultante dos corantes presentes no material combustível (MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Crença que o átomo é uma entidade concreta, ou seja, real e palpável e não um modelo construído por meio do processo científico com limitações impostas pelo fenômeno estudado (MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Não aceitação do modelo particulado que compromete a aprendizagem de conceitos como solubilidade, mudanças de estado físico da matéria entre outros conceitos e suas entidades constituintes (MELO, 2002)</li> <li>✓ existe uma limitação objetiva na capacidade dos alunos ao iniciarem o estudo da química em reconhecerem, em nível microscópico (FRANÇA; MARCONDES; CARMO; 2009);</li> <li>✓ manutenção da ideia de indivisibilidade do átomo (FRANÇA; MARCONDES; CARMO; 2009);</li> <li>✓ crença que os elétrons não podem ser separados do átomo (FRANÇA; MARCONDES; CARMO; 2009);</li> <li>✓ o átomo muitas vezes é tido como a menor parte constituinte da matéria, mas às vezes, julgam que poderia ser a célula (FRANÇA; MARCONDES; CARMO; 2009);</li> <li>✓ dificuldades em desenhar as estruturas atômicas com suas respectivas partes (FRANÇA; MARCONDES; CARMO; 2009).</li> </ul> |
| <p><b>Obstáculos epistemológicos relacionados ao conteúdo da UDM</b></p>   | <p>Os obstáculos epistemológicos presentes no ensino de conteúdos de Modelos Atômicos são frequentemente os de o Obstáculo Realista e o Obstáculo Verbal (REIS, KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> <p>O Obstáculo Realista assume como real ou concreto um modelo abstrato. Por isso, tal obstáculo tenha maior importância ao estudar os modelos atômicos, os quais são atividades abstratas obtidas por modelagem. Por isso, é comum concepções de átomo como pequeno e indivisível percebida pelo uso das seguintes palavras: pequeno, partícula. Esfera, maciço e indivisível. Muitas representações caracterizavam o átomo como uma bolinha (REIS, KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> <p>Segundo Reis, Kiouranis e Silveira (2010), o obstáculo verbal é evidenciado pelo uso de uma analogia como forma de explicação a um conceito em detrimento a explicações teóricas e racionais. Por isso, é recomendável que o professor-autor evite o uso de analogias no Ensino de Modelos Atômicos, por exemplo:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>o Modelo Atômico de Dalton associado a bola de bilhar;</li> <li>o Modelo Atômico de Thomson relacionado ao plum pudding (pudim de passas);</li> <li>o Modelo Atômico de Rutherford associado ao Sistema Planetário;</li> </ul> <p>O uso de analogias indiscriminadamente serve para concretização de ideias errôneas, que uma vez cristalizados na mente os educandos é de difícil modificação. Note que, as analogias criam uma imagem mais forte que conceito ensinado. Distorções que afastam o aluno do conceito original, pois as imagens pintadas analogicamente não são tão passageiras quanto deveriam e formam imagens mentais duradouras. Além das analogias tirarem a autonomia discente da elaboração de formas de pensar o objeto de estudo (MELO, 2002; REIS, KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> <p>Também o uso de analogias permitiu que o aluno levasse a abstração do nível submicroscópico para o nível macroscópico e permitisse o estabelecimento de relações conceituais errôneas. Por isso, é preferível não usar analogias como estratégia de ensino e priorizar sempre o conceito através de estratégias que tornem o abstrato visível. Por isso, é interessante o emprego de técnicas de ensino baseada em modelagem para o estudo de modelos atômicos (MELO, 2002; REIS, KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> |
| <b>Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM</b> | <p>As implicações para o Ensino de Conteúdos da UDM -Vamos Modelar é que o Ensino de Modelos Atômicos tem como principal problema a tentação docente de simplificação do assunto em discussão. É notório o uso de analogias com tal intuito, porém tal prática deve ser evitada, pois esta gera imagens mentais fortes e difíceis de serem abandonadas, o que também diminui a autonomia discente na criação de seus modelos mentais (MELO; NETO, 2013).</p> <p>O uso de palavras como “descoberta” ao referir à modelos atômicos também deve ser evitada, afinal, reforça que o modelo não é uma criação, mas algo que preexistia esperando alguém descobri-lo (MELO; NETO, 2013).</p> <p>Destaca-se a necessidade da proposição de práticas experimentais associadas a estratégias de Modelagem que possibilite a discussão do Modelo Atômico de Bohr em relação à coloração as substâncias e as diferentes cores apresentadas pelos fogos de artifícios. Com intuito de evitar correlação errônea entre coloração da substância e cor da chama, mas sim relaciona as transições eletrônicas do metal estudado (MELO; NETO, 2013).</p>                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Referências</b>                                              | <p>CARMO, M. P. Do; MARCONDES, M. E. R. Abordando as soluções em sala de aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. <b>Química Nova na Escola</b>. v. 28, p.37-41, mai. 2008. Disponível em: &lt;<a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf</a>&gt;. Acesso em: 15 out. 2018.</p> <p>REIS, J.M.C. dos; KIOURANIS, N.M.M; SILVEIRA, M.P. Conceito de átomo: obstáculos epistemológicos e o processo de ensino e aprendizagem. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia, p.1-8.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>MELLO, M.R. Estrutura atômica e ligações químicas: uma abordagem para o Ensino Médio. 2002. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Química, Universidade de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: &lt; <a href="http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_064653a702e13833f7d5411ef7d5e906">http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_064653a702e13833f7d5411ef7d5e906</a>&gt;. Acesso em: 17 nov. 2018.</p> <p>BARROS, M.A.S. Obstáculos epistemológicos: O conceito de quantização de energia nos livros didáticos de química do ensino médio. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15., 2010, Brasília.</p> <p>FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Estrutura Atômica e Formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio. <b>Química Nova na Escola</b>, v. 31, n. 4, p. 275 – 282, 2009.</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| ABORDAGEM METODOLÓGICA                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Princípios teórico-metodológicos da abordagem escolhida</b></p> <p><b>(teoria psicológica, teoria pedagógica, visão de ciência, função do sistema educacional e forma de condução do ensino - funções que professor e aluno desempenham no processo de ensino e aprendizagem)</b></p> | <p>A estratégia de Ensino a ser empregada é o Ensino baseado em Modelagem.</p> <p>Quando se aborda o conhecimento químico percebe-se seu caráter abstrato, o que torna necessário o emprego de modelos. Estes são compreendidos como representação parcial de uma entidade, que é elaborada com fins específicos e sujeitos a alterações. Os modelos são representações parciais, por isso, não são cópias fieis da realidade ou a mesma e, principalmente tem limitações (JUSTI, 2010).</p> <p>Os modelos são classificados em: modelo mental quando elaborado individualmente no campo cognitivo; modelo expresso quanto o modelo mental toma forma simbólica para sua expressão; modelo consensual quando um grupo mostra concordância com o modelo expresso; modelo científico quando o modelo científico mostra relevância científica e passa por maior nível de aceitação.</p> <p>Segundo Justi (2010), os modelos têm como objetivos facilitar o pensar sobre as entidades complexas, sua expressão e comunicação; criar bases conceituais para proposição e interpretação de experimentos. Além de mediação da realidade modelada e as teorias.</p> <p>Outra característica interessante dos modelos é não serem imutáveis. Estes são passíveis de alterações mediante a alteração do conhecimento do mundo real, percepção de limitações do modelo e surgimento de novas formas de representação (JUSTI; 2010).</p> <p>Na Química, os modelos são importantes, pois fornecem explicações sobre uma realidade altamente abstrata, por isso, o trabalho com Modelagem impera. Fato destacado por Nersessian (1999), que pensar por modelos capacita o Químico a visualizar entidades ou processos racionais e construtivos do conhecimento.</p> |

A modelagem é uma atividade processual que envolve a elaboração, expressão e testes dos modelos por meio da reelaboração dos modelos percebidas suas limitações.

Segundo (), a atividade de modelagem é “um processo unidirecional, pois ao modelar algo o indivíduo interpreta, conceitua e integra elementos que permitem o estudo de uma determinada entidade (objeto, processo, ideia) e teste de representações para tais elementos”

O trabalho com Modelagem é importante forma de engajamento ativo dos estudantes no seu processo de aprendizagem através da vivência de todas as etapas envolvidas na elaboração de modelos (JUSTI, 2010). Isto ocorre por elaboração de seus próprios modelos, autoavaliação e avaliação dos modelos empregados no Ensino de Ciências. Segundo Justi e Gilbert (2002), a modelagem leva os alunos a compreender o processo de modelar e seu papel na construção do conhecimento científico. Justi (2006, p.178) ressalta que à modelagem se concebe quando os alunos aprendem a dar sentido aos fatos que observam construindo modelos.

O ensino baseado em Modelagem beneficia os alunos aprendizagem significativa de conteúdos envolvidos com ausência das concepções alternativas ou dificuldades específicas relatadas na aprendizagem dos temas estudados; desenvolvimento das habilidades investigativas relacionadas ao processo de modelagem e percepção das limitações que os modelos possuem (Maia e Justi; 2009); desenvolvimento de habilidades de visualização e resolução de novos problemas por meio da abordagem baseada em modelos (Gilbert, Justi; Queiroz; 2009); (Gilbert, 2008).

Segundo Ferreira e Justi (2008), ao “Professor cabe o papel de atuar como guia para a criação de ricos contextos de aplicação e testes destes por meio de questionamentos e informações sobre eles e os sistemas modelados”.

Segundo Justi, as etapas para a elaboração de modelos são

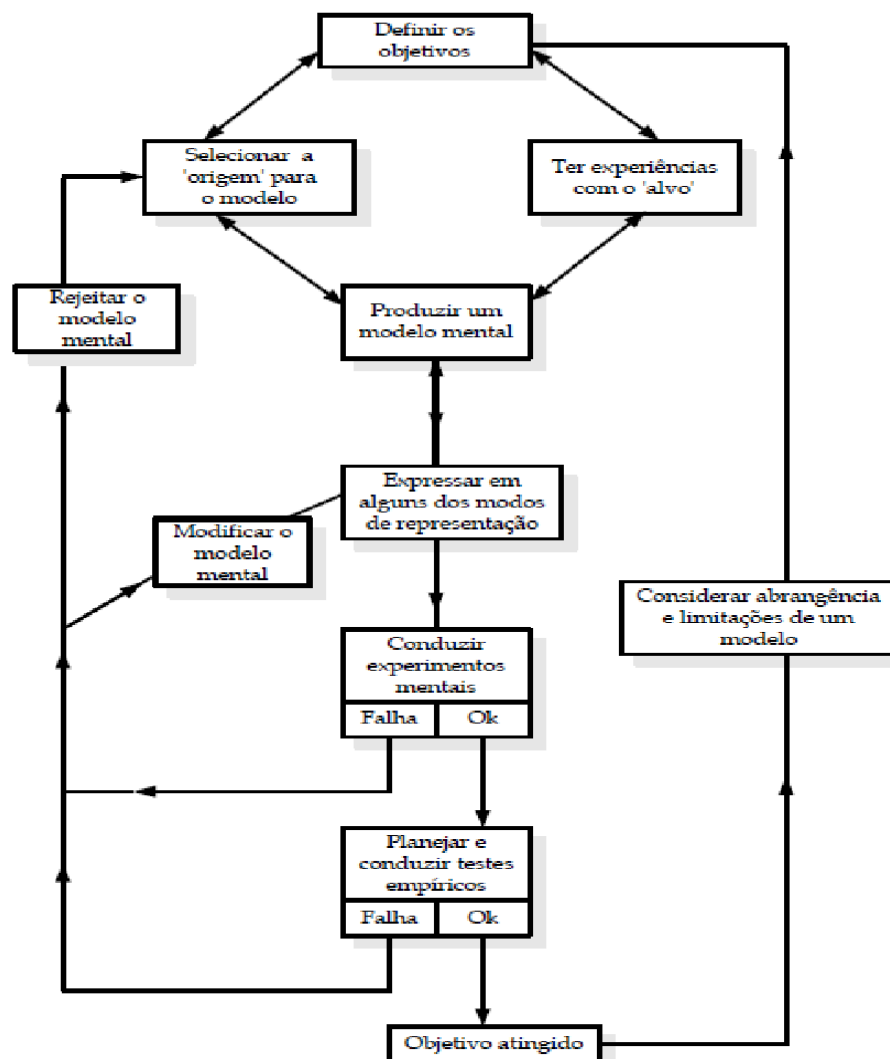
Primeira Etapa é a definição dos objetivos para a construção do modelo. É necessário propiciar aos indivíduos informações por meios diversos para a elaboração de um modelo mental, o qual ocorre por organização das informações e experiências por meio de origem adequada ou criatividade e raciocínio do educando.

Segunda etapa é consequência direta do modelo mental. Trata-se de representar e socializar o modelo mental elaborado pelo discente através da definição da forma de representação do modelo mental e socialização do modelo perante o grupo ou classe.

Terceira etapa consiste em testar e reformular no grupo o modelo testado por meio de experimentos mentais ou experimentos empíricos. Caso observada incoerências no modelo busca a reformulação do modelo expresso. Isto é possível por meio de retomadas das etapas anteriores ou por rejeição completa do modelo proposto inicialmente e, portanto, busca a proposição de um novo modelo.

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Quarta etapa caracterizada pela socialização e revisão pelos pares do modelo elaborado. Nesta etapa se o modelo expresso tem sucesso na fase de testes com o cumprimento dos propósitos estabelecidos na primeira etapa, o modelo pode ser socializado e submetido a revisão pelos pares para constatação ou não de sua validade e consequente levantamento das suas abrangências e limitações. |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Figura 1 - Diagrama de Modelo de modelagem



|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>Observe que o desenvolvimento de atividades de modelagem com o aluno propicia o fazer científico em todas as suas etapas. Desde a etapa de elaboração do modelo até a socialização e revisão pelos pares. O Fazer Científico em prática na Escola possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências típicas do meio científico. Afinal, os alunos aprendem sobre o significado de modelos, como ocorre seu desenvolvimento e passam por etapas de construção de modelos mentais para melhor compreensão dos modelos conceituais ensinados nas escolas Justi 2006</p> <p>Tudo embalado no mais puro fazer científico caracterizado pela observação, experimentação, oposição de hipóteses, socialização dos modelos elaborados e validação pelos pares através de validação argumentativa dos estudantes. Justi 2006</p>                |
| Referências | <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> <p>TRUJILLO, C.H.Z. O conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) do Professor de Química e seu desenvolvimento a partir da reflexão sobre os modelos de ligação química e sua Modelagem. 2016. 288 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.</p> |



| TÍTULO, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS        |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                             |                                    |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Título da UDM</b>                                            | <b>Vamos modelar!</b>                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                             |                                    |
| <b>Objetivos previstos em Orientações Curriculares Oficiais</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classificação e estabelecimento de critérios;</li> <li>• Controle de variáveis;</li> <li>• Elaboração de modelo explicativo;</li> <li>• Ideias de Thomson, Rutherford e Bohr para o átomo.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                             |                                    |
| <b>Objetivo da UDM</b>                                          | Aplicar técnicas de Modelagem no estudo de Modelos Atômicos, implementando atividades de modelagem para melhor compreensão dos limites, abrangências e aplicações de cada um dos modelos atômicos.                                             |                                                                                                                                                                                             |                                    |
| <b>Sequência Didática</b>                                       | <b>Objetivo da SD</b>                                                                                                                                                                                                                          | <b>Conteúdo Programático</b>                                                                                                                                                                | <b>Tempo Aproximado (em aulas)</b> |
| <b>Oh Dalton! Foste longe demais!</b>                           | Avaliar o modelo atômico de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos.                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos e Modelagem</li> <li>• Modelo Atômico de Dalton</li> </ul>                                                                                 | 2                                  |
| <b>Thomson: Foste injustiçado pelos livros!</b>                 | Analisar o Modelo Atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenômenos elétricos da matéria</li> <li>• Modelo Atômico de Thomson</li> </ul>                                                                     | 2                                  |
| <b>Rutherford: Foste genial!</b>                                | Analisar o Modelo Atômico de Rutherford, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissões de partículas alfa</li> <li>• Experimento de espalhamento das partículas alfa</li> <li>• Modelo atômico de Thomson</li> </ul>             | 2                                  |
| <b>Bohr: Não é o fim de tudo!</b>                               | Analisar o Modelo Atômico de Bohr, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espectroscopia para identificação de materiais</li> <li>• Experimento do teste de chama</li> <li>• Modelo Atômico de Bohr</li> </ul>               | 2                                  |
| <b>Sedimentando as informações</b>                              | Entender os diversos modelos como construções humanas; explicando os fenômenos de acordo com o contexto macroscópico observado.                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo Atômico de Dalton</li> <li>• Modelo Atômico de Thomson</li> <li>• Modelo Atômico de Rutherford</li> <li>• Modelo Atômico de Bohr</li> </ul> | 1                                  |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                            |                                                                       |                           |                                                               |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                              | <b>Oh Dalton! Foste longe demais!</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                            |                                                                       |                           |                                                               |
| <b>Objetivo da SD</b>                                            | Avaliar o modelo atômico de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                            |                                                                       |                           |                                                               |
| <b>Estratégias de Avaliação</b>                                  | - Envolvimento do aluno na atividade de modelagem da “Caixa misteriosa”.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                            |                                                                       |                           |                                                               |
| <b>Dia/Aula</b>                                                  | <b>Estratégia Didática</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Conteúdos de ensino</b>                 | <b>Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula</b> | <b>Recursos Didáticos</b> | <b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b>    |
| 1ªAula                                                           | • <u>Aula expositiva dialogada</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | • Modelo Atômico de Dalton                 | • Aula expositiva dialogado.<br>• Aula multimídia.                    | • Projetor multimídia     | • Apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM            |
| 2ªAula                                                           | • <u>Aula prática</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | • Modelos e modelagem constroem a Química. | • Atividade da “Caixa misteriosa”                                     | • 8 caixas misteriosas.   | • Exposição da hipótese do material que se encontra na caixa. |
| <b>Referências</b>                                               | <p>ALVES, D.P. Formação continuada para professores de Ciências nas séries iniciais: uso de modelos e modelagem para introdução de conceitos químicos. 2012. 225 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília.</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> |                                            |                                                                       |                           |                                                               |

AUTONOMIA COMO PROCESSO CONSCIENTE.

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                          |                                                                                                                  |                                                                   |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                              | <b>Thomson: Foste injustiçado pelos livros!</b>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                          |                                                                                                                  |                                                                   |
| <b>Objetivo da SD</b>                                            | Analisar o Modelo Atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo. |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                          |                                                                                                                  |                                                                   |
| <b>Estratégias de Avaliação</b>                                  | Apresentação pelos grupos dos modelos relacionados ao átomo de Thomson                             |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                          |                                                                                                                  |                                                                   |
| <b>Dia/Aula</b>                                                  | <b>Estratégia Didática</b>                                                                         | <b>Conteúdos de ensino</b>                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula</b>    | <b>Recursos Didáticos</b>                                                                                        | <b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b>        |
| 1 <sup>a</sup>                                                   | • Ensino baseado em Modelagem                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fenômenos elétricos da matéria</li> <li>Ampola de Crookes</li> <li>Raios Catódicos</li> <li>Elétrons</li> <li>Relação massa/carga elétron</li> <li>Raio Canais ou raios positivos</li> <li>Neutralidade da matéria</li> </ul> | • 50 minutos                                                             | • Lousa e projetor multimídia                                                                                    | • Apostila desenvolvida para a aplicação da UDM com as anotações. |
|                                                                  |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                      | • Aula expositivo-dialogada                                              | • Materiais e reagentes para a realização dos experimentos                                                       | • Experimentação mental do modelo.                                |
|                                                                  |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                      | • Experimento de condutividade elétrica                                  |                                                                                                                  |                                                                   |
|                                                                  |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                      | • Vídeo (10 minutos)                                                     | • Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de | • Avaliação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo      |
|                                                                  |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                      | • Montagem dos grupos com 5 componentes no máximo/ elaboração de modelos |                                                                                                                  |                                                                   |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                           | tamanhos variados, tinta).                                                                                                                                                                    |                                                                                                                       |
| 2ª          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensino baseado em Modelagem</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 minutos</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lousa e projetos multimídia.</li> </ul>                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apostila desenvolvida para a aplicação UDM com as anotações</li> </ul>       |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos com as carteiras formando grupos</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar que cada grupo produza um texto justificando seu modelo</li> </ul> |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração de modelos pelos alunos /Experimentação mental dos modelos</li> </ul> |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação dos modelos de cada grupo para toda classe.</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação dos modelos</li> </ul>                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação dos modelos de cada grupo para toda classe.</li> </ul>          |
| Referências | <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> |  |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                              | Rutherford: Foste Genial!                                                                             |
| <b>Objetivo da SD</b>                                            | Analisar o Modelo Atômico de Rutherford, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo. |

| Estratégias de Avaliação                                                                                            |                               |                                                                                                                                                                    |                                                                                             |                                                                                                                                             |                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Apresentação dos modelos elaborados pelos grupos dos modelos relacionados à produção das diversas soluções aquosas. |                               |                                                                                                                                                                    |                                                                                             |                                                                                                                                             |                                                               |
| Dia/Aula                                                                                                            | Estratégia Didática           | Conteúdos de ensino                                                                                                                                                | Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula                              | Recursos Didáticos                                                                                                                          | Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação           |
| 1 <sup>a</sup>                                                                                                      | ● Ensino Baseado em Modelagem | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Emissão de partículas alfa</li> <li>● Espalhamento das partículas alfa</li> <li>● Modelo Atômico de Rutherford</li> </ul> | ● 50 minutos                                                                                | ● Lousa e Projetor Multimídia                                                                                                               | ● Apostila desenvolvida para aplicação da UDM                 |
|                                                                                                                     |                               |                                                                                                                                                                    | ● Aula expositivo dialogada                                                                 | ● Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta). | ● Experimento mental do modelo elaborado pelos alunos         |
|                                                                                                                     |                               |                                                                                                                                                                    | ● Montagem do grupo com 5 componentes no máximo                                             |                                                                                                                                             |                                                               |
|                                                                                                                     |                               |                                                                                                                                                                    | ● Elaboração dos modelos pelos grupos                                                       | ●                                                                                                                                           | ● Prévia para toda sala dos modelos idealizados pelos grupos. |
| 2 <sup>a</sup>                                                                                                      | ● Ensino Baseado em Modelagem |                                                                                                                                                                    | ● 50 minutos.                                                                               | ● Lousa e projetor multimídia                                                                                                               | ● Apostila desenvolvida para aplicação da UDM.                |
|                                                                                                                     |                               |                                                                                                                                                                    | ● Manutenção dos grupos elaborados pelos grupos com continuidade do processo de elaboração, | ● Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar,                                                 | ● Experimentação mental/ Apresentação dos modelos elaborados  |

|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          |                                                                              |                                                 |                                                     |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          | expressão, teste e reelaboração de modelos                                   | esferas de isopor de tamanhos variados, tinta). | pelos grupos para toda sala de aula                 |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          | ● Apresentação dos modelos elaborados pelos alunos para toda a sala de aula. | ● Folha para síntese de ideias.                 | ● Síntese manuscrita das ideias.                    |
| Referências                                                      | FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b> . nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a> . Acesso em: 14out. 2018.<br>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b> . Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230. |                                                                                                                          |                                                                              |                                                 |                                                     |
| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          |                                                                              |                                                 |                                                     |
| Título da SD                                                     | Bohr: Não é o fim de tudo!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                          |                                                                              |                                                 |                                                     |
| Objetivo da SD                                                   | Analisar o Modelo Atômico de Bohr, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          |                                                                              |                                                 |                                                     |
| Estratégias de Avaliação                                         | Elaboração e reelaboração dos modelos pelos grupos e apresentação dos mesmos para a classe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                          |                                                                              |                                                 |                                                     |
| Dia/Aula                                                         | Estratégia Didática                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Conteúdos de ensino                                                                                                      | Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula               | Recursos Didáticos                              | Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação |
| 1ª Aula                                                          | ● Ensino baseado em modelagem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ● Espectroscopia para identificação de elementos químicos<br>● Experimento do teste de chama<br>● Modelo Atômico de Bohr | ● 50 minutos                                                                 | ● Lousa e projetor multimídia                   | ● Uso de material apostilado elaborado para a UDM.  |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                          | ● Grupos com 5 componentes no máximo.                                        | ● Materiais para a execução dos experimentos    | ● Experimentação mental do modelo                   |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                               | elaborado pelos alunos                                                                                                |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montagem de grupos com 5 componentes no máximo.</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação das discussões iniciais alunos em relação aos modelos.</li> </ul> |
| 2ª Aula     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 minutos</li> </ul>                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lousa e projetor multimídia</li> </ul>                                                                                                               | Uso de material apostilado elaborado para a UDM.                                                                      |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração de modelos pelos alunos.</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta).</li> </ul> | Experimentação mental do modelo elaborado pelos alunos                                                                |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação dos modelos elaborados pelos alunos para a classe.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                               | Apresentação dos modelos elaborados pelos alunos.                                                                     |
| Referências | <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> <p>Elaboração de texto pelo professor autor da UDM</p> |  |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                       |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                         |                                                                                                                |                         |                                                                               |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Título da SD                                                     | Sedimentando as informações                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                         |                                                                                                                |                         |                                                                               |
| Objetivo da SD                                                   | Avaliar os diversos modelos atômicos; criticando-os de acordo com o contexto do fenômeno macroscópico observado.                                                                                                                                                                           |                                                                                                                         |                                                                                                                |                         |                                                                               |
| Estratégias de Avaliação                                         | Reconhecer soluções como eletrolíticas e não eletrolíticas.                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                         |                                                                                                                |                         |                                                                               |
| Dia/Aula                                                         | Estratégia Didática                                                                                                                                                                                                                                                                        | Conteúdos de ensino                                                                                                     | Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula                                                 | Recursos Didáticos      | Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação                           |
| 1ª                                                               | ● Campeonato cultural (jogo de perguntas e respostas entre grupo de alunos).                                                                                                                                                                                                               | ● Modelo Atômico de Dalton<br>● Modelo Atômico de Thomson<br>● Modelo Atômico de Rutherford<br>● Modelo Atômico de Bohr | ● 50 minutos                                                                                                   | ● Projetor multimídia   | ● Apostila desenvolvida para aplicação da UDM.                                |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                         | ● Montagem de times com cinco componentes via sorteio.                                                         | ● Lousa                 | ● Envolvimento na atividade/ respostas corretas aos questionamentos propostos |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                         | ● Pareamento dos duelos entre times                                                                            | ● Cartões com perguntas |                                                                               |
|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                         | ● Dois duelos: primeiro com perguntas de Dalton e Thomson e segundo questões relacionadas a Rutherford e Bohr. |                         |                                                                               |
| Referências                                                      | FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b> . nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a> . Acesso em: 14out. 2018. |                                                                                                                         |                                                                                                                |                         |                                                                               |



|  |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b> . Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230. |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## ANEXO C – VERSÃO DA INTERVENÇÃO DA UDM PLANEJADA PELO PROFESSOR HÉLLIO

|                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>INSTRUMENTO PARA PLANEJAMENTO DE UNIDADE DIDÁTICA MULTISTRATÉGICA (UDM)</b><br>(Vrs. Intervenção) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO            |                                                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------|
| CURSO                                | Mestrado ProfQui                                  |
| INSTITUIÇÃO                          | XXXXXXXXXX                                        |
| DISCIPLINA                           | Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional |
| PROFESSOR                            | Orientador                                        |
| AUTORES DA UDM<br>(ordem alfabética) | Professor Héllio                                  |
| DATA E VERSÃO DA UDM                 |                                                   |

| CONTEXTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOME DA UNIDADE ESCOLAR                     | Escola Estadual do interior do estado de São Paulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ENDEREÇO COMPLETO                           | XXXXXXXXXX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| TELEFONE E E-MAIL                           | XXXXXXXXXX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE ESCOLAR           | <p><i>(Trecho omitido por questões anonimização da Escola e do colaborador da pesquisa)</i></p> <p>O prédio onde hoje está instalada a Unidade Escolar contém:</p> <p>13 salas de aulas todas mobiliadas; 02 salas que compõem a sala de leitura com um excelente acervo; 01 laboratório (com multimídia), que é também utilizado como sala de aula; 06 salas de multimídia que estão sendo utilizadas como sala de aula; 01 lousa interativa, instalada em sala de aula; 01 sala para professores; 01 sala para diretoria; 01 sala para secretaria; 01 sala de mediação; 01 sala para coordenação pedagógica; 01 pequeno depósito de materiais pedagógicos; 01 sala de apoio pedagógico – SAPE; 01 sala de materiais de Educação Física; 01 sala para xerox; 01 arquivo; 2 instalações sanitárias para alunos (masculino/feminino); 02 instalações sanitárias para docentes e funcionários (masculino/feminino); 01 quadra de esporte descoberta; 01 quadra de esporte coberta; 01 cozinha interna (professores/funcionários); 01 cozinha externa onde são servidas as merendas; 01 pátio coberto; 01 cantina; 02 vestiários (feminino/masculino); 01 zeladoria; 01 laboratório de Informática - ACESSA; 02 almoxarifados.</p> |
| DISCIPLINA                                  | Química                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ANO/TURMA                                   | 2º ano do ensino médio – 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| PROFESSOR RESPONSÁVEL                       | Professor Héllio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| NÚMERO DE ESTUDANTES                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

**CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDANTES**

**ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA**

**Conteúdo programático da UDM**

- O comportamento dos materiais e os modelos dos átomos;
- As limitações das ideias de Dalton para explicar o comportamento dos materiais: o modelo de Rutherford-Bohr;
- Condutividade elétrica e radiatividade natural dos elementos químicos;
- O modelo de Rutherford e a natureza elétrica dos materiais;
- O Modelo de Bohr e a constituição da matéria.

**Pré-requisitos para a UDM**

- Modelo Atômico de Dalton
- Símbolos dos elementos químicos
- Linguagem simbólica da Química

**Orientações curriculares oficiais sobre o tema**

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), no que tange ao Ensino Médio, afirma no artigo 35 a necessidade de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental para possibilitar o prosseguimento dos estudos. Além da preparação para o mundo do trabalho e cidadania. Fato que será possível por meio de educação que permita o aluno a aprender a aprender para ser flexível frente as novas condições tecnológicas e sociais. Uma educação que permita a formação de um ser humano ético e autônomo capaz de pensar criticamente. Além da compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos correlacionando teoria e prática no ensino de cada disciplina

Segundo Brasil (2007), a aprendizagem de Ciências da Natureza precisa propiciar aos estudantes condições de apropriação e construção de sistemas de pensamento com maiores níveis de abstração e ressignificação. A aprendizagem de concepções científicas através de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas

Segundo Brasil (2007), as orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais propõem que a aprendizagem de Ciências da Natureza deve permitir aos estudantes condições de apropriação e construção de sistemas de pensamento com maiores níveis de abstração e ressignificação. A aprendizagem de concepções científicas através de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas. Fato que aproxima o estudante do trabalho de investigação científica e tecnológicas (BRASIL, 1999, p.20)

|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         | <p>Segundo Brasil (2007), o Ensino de Química deve buscar a superação do processo consagrado de memorização de informações e induzindo o aluno ao conhecimento fragmentário desvinculado de sua realidade. Por isso, o ensino de Química precisa reconhecer e compreender o conhecimento químico integrado aos processos naturais e tecnológicos.</p> <p>A Química é uma ciência que nasceu do empirismo aplicado as observações das transformações da natureza, que conduziram aos primeiros modelos, os quais se tornaram extremamente elaborado se, por isso, destaca que a “Química deve ser apresentada estruturada sobre o tripé: <b>transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos</b>. Um ensino baseado harmonicamente nesses três pilares poderá dar uma estrutura de sustentação ao conhecimento de química do estudante”.</p> <p>Segundo BRASIL (2007) para facilitar o ensino de Química é necessário agregar uma trilogia da adequação pedagógica fundamentada na contextualização (dar significados aos conteúdos para facilitar a conexão com outros campos do conhecimento); respeito ao desenvolvimento cognitivo e afetivo e desenvolvimento de competências e habilidades de acordo com os temas dos conteúdos de ensino.</p> <p>Afinal, o Ensino de Química nesta perspectiva “facilita o desenvolvimento de competências e habilidades e enfatiza situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões. (BRASIL, 2007, p.88)”</p> <p>As competências gerais do Ensino de Química são domínios da representação e comunicação, investigação e compreensão e contextualização sociocultural. Para tanto no Ensino de Química, a escolha dos conteúdos e atividades a serem desenvolvidas visa a promoção das habilidades nos três domínios anteriormente citados (BRASIL, 2007, p.88).</p> <p>Segundo Brasil (2007, p.91), quanto à competência de investigação e compreensão, uma das estratégias é “Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos para situações-problema, fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos”. A prática de Ensino Baseada em Modelagem é uma estratégia de aprendizagem que permite o reconhecimento dos modelos explicativos de diferentes épocas acerca da natureza dos materiais e suas transformações; permite também a elaboração de modelos e utilização de modelos macroscópicos para interpretação de transformações químicas. Além de possibilitar o reconhecimento das limitações de determinado modelo explicativo e consequente necessidade de alterá-lo. Vai além, afinal, elaboração e utilização de modelos científicos auxilia na modificação das explicações alicerçadas no senso comum.</p> |
| <p><b>Conteúdos conceituais</b></p> <p><b>- Identificação dos fatos e/ou fenômenos de interesse</b></p> | <p><b>Nível fenomenológico</b></p> <p><b>Modelo Atômico de Thomson</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampola de Crookes: fenômeno de fluorescência, propagação retilínea, energia cinética, carga elétrica negativa;</li> <li>• Neutralidade elétrica da matéria.</li> </ul> <p><b>Modelo Atômico de Rutherford</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior parte das partículas alfa atravessa diretamente a lâmina;</li> <li>• 50 partículas alfa a cada 1 000 000 sofrem desvios consideráveis;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(nível fenomenológico)</p> <p>- Interpretação dos fatos ou fenômenos de interesse (nível teórico e simbólico)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 partícula alfa a cada 1 000 000 voltam para trás.</li> </ul> <p><b>Modelo Atômico de Bohr</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferentes cores dos fogos de artifício;</li> <li>• Observação dos Espectros de luz gerados por diferentes elementos químicos;</li> <li>• Espectro contínuo de luz;</li> <li>• Espectro descontínuo do hidrogênio.</li> </ul> <p><b>Nível teórico</b></p> <p>Willian Prout acreditava que os átomos eram agregados de corpúsculos de átomos de Hidrogênio. Para ser mais exato, um agregado de átomos de hidrogênio. Para tanto, as massas dos demais elementos químicos deveriam serem expressas por números inteiros. Thomson também compartilhava dessa visão, a qual se mostrou errada por meio de métodos de determinação de massas atômicas mais sensíveis. Estes mostraram que as massas dos diferentes elementos químicos nem sempre eram números inteiros (ROZENBERG, 2002).</p> <p>Dessa concepção, a única sobrevivente foi a crença da indivisibilidade do átomo. Fato aceito pelo Modelo Atômico de Dalton, o qual se mostrava suficiente para explicar a realidade atômica. Porém, o mundo não parava, novos elementos químicos eram descobertos e surgiu a necessidade de organização destes numa tabela periódica. Fato que mostrou que o átomo era mais complexo. A Lei Periódica evidenciou a variação gradativa das propriedades dos elementos nos períodos e relacionou com o fato de serem divisíveis e terem estrutura discreta e variável (ROZENBERG, 2002).</p> <p>A descoberta de cargas elétricas em gases, a descoberta dos raios catódicos, Canais e X. além da interpretação desses fenômenos ajudou a enxergar essa nova realidade sobre a estrutura da matéria (ROZENBERG, 2002).</p> <p><b>Condutibilidade elétrica de Gases</b></p> <p>O ar é conhecido por ser mal condutor de eletricidade, mas torna-se bom condutor em condições especiais como, por exemplo, por meio da combustão, fragmentos de substâncias radioativas, emissão de raios X ou ultravioleta (ROZENBERG, 2002).</p> <p>Thomson explicou via postulado que a condutibilidade elétrica seria devido a existência de partículas elétricas denominadas íons gasosos. As radiações portariam como agentes ionizantes e quebrariam as moléculas em íons positivos e negativos (ROZENBERG, 2002).</p> <p>J.J.Thomson e outros cientistas através de inúmeros experimentos chegaram à conclusão que as descargas são iniciadas pela presença íons no gás, os quais seriam gerados pela ação de agentes ionizantes (ROZENBERG, 2002).</p> <p>Os experimentos de condutibilidade elétrica de gases forneceram a certeza que as cargas elétricas existiam e, provavelmente, estavam associadas a matéria, ou seja, os átomos e moléculas também são portadores de cargas elétricas (ROZENBERG, 2002).</p> <p><b>Descargas elétricas através de gases rarefeitos.</b></p> <p>Plucker e Hitorf estudaram inicialmente os fenômenos relacionados à descargas elétricas em gases rarefeitos. Porém, Crookes e Thomson foram os que mais se destacaram. Nos seus experimentos usaram um vidro cilíndrico de 40 cm de</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

comprimento por 5 cm de diâmetro. Neste era inserido um gás, o qual era rarefeito por ação de uma bomba de vácuo (ROZENBERG, 2002). Os fenômenos observados foram:

- Pressão menor que 1 atm, percebe-se a formação de um longo traço azulado responsável por unir os dois eletrodos. Ao atingir 1 cmHg, o traço fica estável e retilíneo.
- Pressão menor que 1 mmHg, surge coluna de luz positiva que une os dois eletrodos. A cor varia de acordo com o gás (rosa para o ar atmosférico e  $N_2$  e vermelha para o  $H_2$ ).
- Pressão inferior a 0,1mmHg, tem a estratificação em camadas côncavas voltadas para o anodo. O cátodo aparece com uma auréola de luz prolongada até o catodo e denominada coluna negativa. As colunas positivas e negativas são separadas por uma região escura denominada espaço escuro de Faraday.
- Pressão de 0,01mmHg, a luz negativa se separa do catodo e o espaço escuro de Faraday se aproxima do anodo. O catodo surge como uma bainha catódica delgada e luminosa. Esta é separada da luz negativa por uma nova região escura denominada espaço escuro de Crookes.
- Pressão de milésimos de milímetros de mercúrio, o espaço escuro de Crookes toma o tubo e surge na parede do tubo voltada para o catodo uma fluorescência azulada ou esverdeada, que depende da composição do vidro. Algo invisível que vem do catodo, propaga-se pelo tubo e atinge a parede da ampola e excitasse a fluorescência. Trata-se de uma rajada de corpúsculos negativos chamados de raios catódicos.

#### **Os Raios Catódicos.**

Segundo Rozenberg (2002), no estudo dos raios catódicos usa-se a ampola de Crookes, que apresenta o anodo instalado lateralmente ao catodo permitindo a livre passagem dos raios catódicos. As investigações dos raios catódicos mostraram que os raios catódicos apresentam:

- Fenômenos de fluorescência: a parede da ampola situada a frente do catodo exibe fluorescência verde ou azulada dependendo do material constituinte do vidro (ROZENBERG, 2002);
- Propagação retilínea: os raios catódicos se propagam em linha reta à superfície do catodo (ROZENBERG, 2002);
- Os raios catódicos possuem energia cinética (ROZENBERG, 2002);
- Os corpúsculos constituintes dos raios catódicos transportam cargas elétricas negativas;
- A mesma composição independente da natureza do material que compõe os eletrodos ou da espécie de gás residual do interior do tubo (BRADY; HUMINSTON, 2002);
- Trajetória curvas devido a ação de um campo magnético, numa direção que permite deduzirem que as partículas elétricas são dotadas de carga elétrica negativa (BRADY; HUMINSTON, 2002).

O comportamento dos raios catódicos sugere que sejam estruturas extremamente pequenas dotadas de carga elétrica negativa, que se movimentam rapidamente provenientes do eletrodo negativo (ROZENBERG, 2002).

Thomson explicou como eram formados os raios catódicos. Estes se originavam do intenso campo elétrico entre os eletrodos através da fragmentação dos átomos de gás rarefeito presentes na ampola e átomos do metal do próprio cátodo. Tais partículas aceleradas originam os raios catódicos (ROZENBERG, 2002).

As partículas de natureza negativa receberam o nome de elétrons. Thomson percebeu que as características do elétron eram independentes do gás presente no tubo e do metal do catodo, ou seja, o elétron deveria ser um constituinte presente em todos os átomos (ROZENBERG, 2002).

#### **A razão massa carga do elétron**

Para determinação da razão massa carga do elétron Thomson usou um tubo de raios catódicos, ao qual aplicou um campo magnético de intensidade conhecida. Isto permitiu verificar a deflexão do feixe de elétrons. Fato que permitiu a Thomson a determinação da razão carga-massa do elétron cujo valor determinado foi de  $-1,76 \cdot 10^8$  coulombs/grama. Este valor é relativamente grande, o que indica que o elétron possui carga elétrica grande ou uma massa muito pequena (BRADY; HUMINSTON, 2002).

#### **Medida da carga do elétron**

Quanto a determinação da carga elétrica do elétron foi determinada muitos anos depois. A proposta mais interessante veio de Millikan com base na observação do campo elétrico com partículas líquidas eletrizadas. Este experimento permitiu constatar que o elétron era a menor carga elétrica existente, o que se verifica é que toda carga é pequena suficiente para ser comparada com a do elétron ou é múltiplo desta, ou seja, pressupõe-se que o elétron é a unidade natural de carga negativa (ROZENBERG, 2002).

Millikan determinou que as cargas elétricas presentes nas gotas de óleo sempre eram múltiplas de  $-1,60 \cdot 10^{-19}$  coulombs, que deduziu serem a carga do elétron isolado, ou seja, a carga do elétron é de  $-1,60 \cdot 10^{-19}$  coulombs. Por meio da razão carga massa e do valor da carga determinada por Millikan foi possível determinar a massa do elétron, a qual correspondeu a  $9,11 \cdot 10^{-28}$  g. Fato que demonstra o diminuto tamanho dos elétrons quando comparado as demais estruturas atômicas (BRADY; HUMINSTON, 2002).

#### **Os raios positivos**

Partindo do pressuposto que os átomos presentes no tubo de Crookes sejam eletricamente neutros. Então, ao gerar partículas elétricas negativas, provavelmente, existem partículas elétricas positivas resultantes da quebra de átomo ou moléculas. O deslocamento de tais corpúsculos deveriam ser oposto ao dos raios catódicos (ROZENBERG, 2002).

Goldstein comprovou a existência de tais partículas ao proceder descargas elétricas num tubo de Crookes cujo catodo era perfurado, os quais formavam canais. Estes eram atravessados por feixes de raios de fraca luminosidade, que resultava em leve fluorescência ao atingir a parte anterior da ampola. Tais raios foram denominados raios canais ou raios positivos. Observou que, os raios canais experimentam deflexões de menor intensidade em campos elétricos e magnéticos e de sentidos opostos (ROZENBERG, 2002).

De forma semelhante ao elétron, determinou-se a relação carga massa dos corpúsculos positivos cuja carga específica depende da natureza do gás, porém menor que a do elétron. Acredita que os raios positivos sejam oriundos do gás, pois o seu surgimento se dá quando rarefeitos e quando a pressão assume valores menores que milésimos de milímetro de mercúrio não se observa a presença de raios canais, ou seja, os raios positivos surgem do próprio gás e não do ânodo



devido a perda de elétrons dos átomos do gás, ou seja, a formação de íons positivos devido à aceleração pelo campo elétrico existente entre os eletrodos que constituem os raios positivos (ROZENBERG, 2002).

#### **O modelo atômico de Thomson**

Os fatos experimentais sugeriram a existência de elétrons e constituintes positivos presentes no átomo. Com base nas diversas informações experimentais, Thomson propôs em 1898, seu modelo atômico com base nas informações experimentais disponíveis. Segundo seu modelo, a carga positiva estaria uniformemente distribuída numa esfera com os elétrons incrustados na superfície desta esfera. Os elétrons estariam em quantidade suficiente para manter o átomo eletricamente neutro e em repouso em relação à esfera positiva (ROZENBERG, 2002).

O modelo atômico de Thomson ficou conhecido como pudim de passas (ROZENBERG, 2002).

#### **Limitações do Modelo Atômico de Thomson**

Segundo Rozenberg (2002), o modelo atômico de Thomson não consegue explicar:

- A emissão de luz por corpos aquecidos;
- Espectros óticos descontínuos de sólidos incandescentes;
- Espalhamento das partículas alfa pelas lâminas metálicas.

#### **O espalhamento das partículas alfa e o núcleo atômico**

Com o modelo atômico de Thomson era imaginado que tivesse densidade uniforme com os elétrons embebidos numa esfera dotada de carga positiva. Um conjunto parecido com um pudim de passas. No experimento com espalhamento das partículas alfa, Rutherford espera que as partículas alfa ao atravessarem a folha sem perturbações na trajetória. Fato coerente com a distribuição uniforme das partículas positivas e negativas do átomo (BRADY; HUMINSTON, 2002). Afinal, os elétrons com massa muito pequena quando comparada a uma partícula alfa, não seria capaz de produzir grandes deflexões nas partículas alfa. Além da carga positiva estar uniformemente distribuída por toda a extensão do átomo de Thomson, o que tornaria as repulsões coulumbianas de baixa intensidade para produção de grandes deflexões das partículas alfa (EISBERG; RESNICK).

Rutherford teve auxílio de Geiger e Marsden na execução dos experimentos de espalhamento das partículas alfa. Este consistia no direcionamento de um feixe estreito de partículas alfa sobre uma lâmina metálica de poucos micrometros e na observação se tais lâminas eram atravessadas. O fato era possível devido ao uso de lâmina de sulfeto de zinco disposta atrás e lateralmente à lâmina metálica. O sulfeto de zinco agia como chapa fotográfica, pois quando uma partícula alfa incidia produzia um brilho observável pela lupa (ROZENBERG, 2002).

Segundo Rozenberg (2002), Rutherford observou que:

- A maior parte das partículas alfa lançadas contra a lâmina não alteraram sua trajetória;
- Apenas 50 partículas alfa para cada 1 000 000 sofriam desvios apreciáveis;
- Apenas 1 partícula alfa para cada 1 000 000 eram enviadas para trás da lâmina metálica.

Note que, o número de partículas alfa que sofriam deflexões era muito superior ao que se poderia esperar considerando que o desvio ocorre em átomos com a carga positiva uniformemente distribuída pela esfera atômica.

Rutherford concluiu que os átomos não eram maciços e tinham espaços vazios, ou seja, constituídos de grandes espaços com os constituintes do átomo ocupando regiões muito reduzidas (ROZENBERG, 2002).

Para explicar os desvios de trajetória Rutherford imaginou que o átomo teria um corpúsculo maciço e positivo responsável por toda a massa do átomo e responsável pelo exercício das forças repulsoras em relação as partículas alfas quando próximas. Essa região atômica passou a ser denominada de Núcleo Atômico (ROZENBERG, 2002).

#### **Modelo Atômico de Rutherford**

Fundamentado nas suas observações experimentais, Rutherford propôs que o átomo teria elétrons com orbitas circulares ao redor do núcleo positivo com velocidades adequadas. O modelo Atômico de Rutherford é comparado por analogia ao Sistema Solar (ROZENBERG, 2002).

#### **Limitações do Modelo Atômico de Rutherford**

Segundo Rozenberg (2002), o átomo de Rutherford:

- Apresenta contradições com a teoria de Maxwell relativa a origem das radiações eletromagnéticas. Afinal, segundo Maxwell uma partícula elétrica submetida a aceleração num movimento circular era para emitir energia, ou seja, o elétron em órbita emitiria constantemente energia de natureza eletromagnética;
- Redução gradativa do raio e da orbita, a energia irradiada deveria ser manifestada por uma serie continua de radiações de diferentes comprimentos de onda. Por exemplo, o espectro atômico do hidrogênio deveria ser contínuo.

#### **A teoria dos Quanta**

A teoria do Quanta foi resposta a necessidade de explicar a distribuição de energia das diferentes radiações emitidas por um corpo negro, o qual não tem preferência na emissão ou absorção de luz de qualquer frequência. Os cientistas falharam na explicação das leis da radiação do corpo negro devido ao uso do modelo da radiação eletromagnética derivado da Física Clássica. Inclusive previam a catástrofe ultravioleta, a qual predizia que qualquer corpo em temperatura superior a zero emitiria intensa radiação ultravioleta, raios X e raios gama, ou seja, teria a destruição da área em que o corpo negro se situasse (ATKINS; JONES, 2007).

Segundo Atkins e Jones (2007), Max Planck encontrou a solução para o problema admitindo que a troca de energia entre matéria e radiação ocorre em pacotes de energia, ou seja, quanta. Os átomos do corpo negro oscilavam rapidamente com frequência  $\nu$  e só trocariam com a vizinhança em pacotes correspondentes à

$$E = h \nu$$

Planck mostra que a radiação de frequência  $\nu$  é gerada apenas por um oscilador se tiver a energia mínima para começar a oscilar. A temperaturas baixas não tem energia suficiente para começar a oscilação e a temperaturas altas não gera radiação ultravioleta de alta frequência. Com isso, a catástrofe ultravioleta foi evitada (ATKINS; JONES, 2007). Planck precisou descartar as concepções da Física Clássica, que a energia poderia ser transferida em qualquer quantidade de um corpo para o outro e propôs que a transferência de energia ocorria em pacotes discretos de energia (ATKINS; JONES, 2007).

#### **O efeito fotoelétrico**

O efeito fotoelétrico ocorre quando uma placa metálica tem a incidência de luz, o que provoca a emissão de elétrons da superfície metálica.

As experiências com células fotoelétricas mostraram a ejeção de elétrons da superfície quando a frequência da luz é alta o bastante. Caso a frequência seja acima de um mínimo com o consequente aumento da intensidade da luz ocasiona o aumento da intensidade da corrente elétrica devido a maior ejeção de elétrons. Einstein explicou tais observações experimentais combinação a equação de Planck ( $E=h\nu$ ) com o comportamento ondulatório da luz (ATKINS; JONES, 2007). Einstein supôs que as partículas denominadas de fótons são pacotes de energia onde cada fóton é proporcional à frequência da radiação. Tal proposta permite a compreensão do efeito fotoelétrico. Afinal, é lógico que uma partícula de alta energia é capaz de remover um elétron pela transferência de energia cinética para o elétron da superfície metálica. Além de ser possível a remoção de um elétron pelo uso de uma quantidade mínima de energia. Admitindo que a radiação eletromagnética são fótons. Estes aos milhões poderiam bombardear uma superfície metálica sem a remoção de elétrons. Para a remoção de elétrons da superfície metálica é necessário que o fóton possua energia suficiente para remoção do elétron do átomo. Tendo tal energia mínima para remoção do elétron do átomo do metal. Quanto maior o número de fótons com energia suficiente para remoção dos elétrons do metal, maior será a emissão de elétrons (ATKINS; JONES, 2007).

#### **O espectro de hidrogênio**

Sabe-se que quando a luz incide em um prisma, o feixe emergente quando incide num anteparo branco tem o surgimento do espectro visível da luz usada. Quando a fonte de luz é derivada de material incandescente sólido ou líquido gera um espectro contínuo de luz. Ao passo que, quando a fonte de luz é derivada de vapor aquecido a alta temperatura ou gases ou a descarga elétrica em gases tem a geração de raias espectrais. Com cada uma destas correspondendo a uma determinada frequência e comprimento de onda. Fato interessante, pois cada elemento químico origina raias espectrais diferentes (ROZENBERG, 2002).

Com o espectro atômico do hidrogênio também foi observada a descontinuidade, ou seja, um conjunto de raias de comprimentos de onda bem determinado, ou seja, o espectro não é contínuo. Este é de elevada relevância devido a quantidade de informações obtidas através determinação de elevado número de raias de frequências bem determinadas e próprias dos átomos que as emitiram. Fato que não pode ser explicado pelo Modelo Atômico de Rutherford (ROZENBERG, 2002).

#### **Modelo Atômico de Bohr e seus postulados**

Bohr buscou conciliar a ideia de Rutherford com as teorias das radiações. Começou a explicar o átomo de hidrogênio e o aparecimento das raias do espectro de hidrogênio e dos demais átomos. Para Bohr, os elétrons poderiam girar ao redor do núcleo sem emissão de energia. Para tal, era necessário que os átomos permanecessem em orbitas determinadas e correspondentes a certos conteúdos energéticos (ROZENBERG, 2002).

Os elétrons também poderiam mudar de orbita com emissão de radiação, desde que, recebessem um quantum de energia para passarem para uma camada mais energética e liberassem o mesmo quantum de energia quando passassem para a camada menos energética (ROZENBERG, 2002).

Segundo Rozenberg (2002), Bohr pode resumir suas concepções nos seguintes postulados

- As orbitas permitidas ao movimento de um elétron são aquelas para as quais seu movimento angular é um múltiplo inteiro de  $h/2\pi$
- Ao movimento de um elétron ao redor do núcleo, somente são permitidas aquelas órbitas para quais o produto do seu comprimento ( $2\pi R$ ) pela quantidade de movimento de um elétron ( $mv$ ) seja igual a u múltiplo inteiro da constante de Planck.
- Quando um elétron se encontra numa órbita estacionária de energia  $E_1$  e é excitado e, por consequência, passar para outra órbita estacionária, onde a energia  $E_2 > E_1$  e na sequência retornar à camada de origem teremos a emissão de um quantum de energia radiante (ou fóton) de frequência  $\nu$ .

#### Nível Simbólico

#### Modelo Atômico de Dalton Thomson

*Figura 1: Átomo de Dalton*

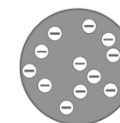


*Fonte: Oliveira; Fernandes (2006, p.04)*

#### Modelo Atômico de Rutherford

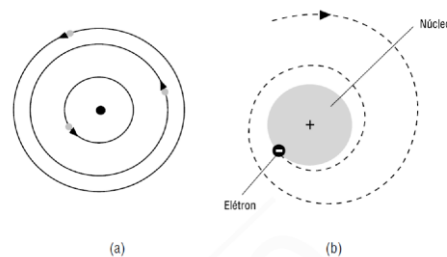
#### Modelo atômico de

*Figura 2: Átomo de Thomson*



*Fonte: Oliveira; Fernandes (2006, p.14)*

Figura 3:a) Modelo proposto por Rutherford b) O elétron seria atraído pelo núcleo entrando numa trajetória espiral com perda de energia e posterior queda no núcleo



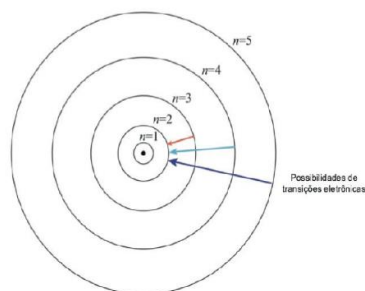
Fonte: Oliveira; Fernandes (2006, p.16)

|           |                                                                         |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------|
| $\oplus$  | Próton (carga positiva)                                                 |
| $\ominus$ | Elétron (carga negativa, aproximadamente 1840 vezes menor que o próton) |
| $\circ$   | Nêutron (carga neutra)                                                  |

### Modelo Atômico de Bohr Subatômicas

### Partículas

Figura 4: Átomo de Bohr cada número  $n$  representa a energia da camada



Fonte: Bego (2016, p.81)

### Perfil conceitual (conceito)

Para avaliar a evolução conceitual dos estudantes será usado como base o perfil conceitual proposto por Mortimer (2000 apud, LOPES, 2017). Tal perfil será adotado devido a elaboração de um perfil conceitual demandar tempo e estudo para sua elaboração. Além do perfil proposto por Mortimer ser amplamente aceito (LOPES, 2017).

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>principal da UDM)</b></p> | <p><b>Zona Sensorialista</b> caracterizado pela negação do conceito de átomo. Tem como principal obstáculo para a evolução conceitual a negação da existência de espaços vazios na matéria; obstáculo de natureza ontológica devido sua superação envolver a aceitação da ideia de vácuo.</p> <p><b>Zona substancialista</b> caracterizada por atribuir características macroscópicas as propriedades das partículas.</p> <p><b>Zona Clássica</b> caracterizada pela eleição do átomo como unidade básica constituinte da matéria com ênfase na conservação das massas após as transformações químicas.</p> <p><b>Zona Quântica</b> aplica noções de mecânica quântica na descrição do comportamento atômico. Noções como orbitas estacionárias, transições eletrônicas e dualidade do elétron. Esta zona pertence a uma categoria ontológica diferente.</p> |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

[illegible]

ATKINS, J; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a vida moderna e o meio-ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007, p.116-118.

Bego. A. M. (Org.). **Ciências da Natureza: Química**. 2.ed., São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

BLANCO, G. S.; PÉREZ, M. V. V. Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. **Enseñanza de las ciencias**, v. 11, n. 1, p. 33-44, 1993.



|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. 2000. Disponível em: <a href="http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf">http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf</a>. Acesso em: 18 out. 2018</p> <p>BRADY, J.E; HUMINSTON, G.E. <b>Química Geral</b>: Volume 1. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2002. p. 65-73. (BRADY; HUMINSTON, 2002)</p> <p>BRASIL. Ministério da Educação. <b>Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias</b>. Disponível em: &lt; <a href="http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf">http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf</a>&gt;. Acesso em: 17 out. 2018.</p> <p>BRASIL. Ministério da Educação. <b>PCN + Ensino Médio – Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias</b>. 2007. Disponível em: &lt; <a href="http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf">http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf</a>&gt;. Acesso em: 17 out. 2018.</p> <p>KOTZ, J.C; TREICHEL JR, P.M.T. Química Geral 1 e Reações Químicas. 1.ed. São Paulo: Cengage Learning. 2005. P. LOPES, R.O. <b>A evolução do perfil conceitual de átomo por meio de atividades experimentais espectroscópicas</b>. 2017. 153 f. Dissertação (Pós-Graduação de Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.</p> <p>MORTIMER, Eduardo Fleury; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. <b>Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais</b>. 1994.Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.</p> <p>NEVES, L.S das; FARIAS, R.B. de. <b>História da Química</b>: Um Livro Texto para a Graduação. 2. ed. Campinas: Ed. Átomo, 2011, p. 70-72.</p> <p>OLIVEIRA, O.A. de; FERNANDES, J. D. G. <b>Evolução dos modelos atômicos de Leucipo a Rutherford</b>. 1.ed. Natal: EDUFN – Editora da UFRN.2006.</p> <p>ROZENBERG, I. M. <b>Química Geral</b>. São Paulo: Edgard Blucher: Instituto Mauá de Tecnologia. 2002.</p> <p>SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. <b>Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias</b>. 1. ed. atual. São Paulo: SEE, 2011. 152p. Disponível em: &lt; <a href="http://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/235.pdf">http://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/235.pdf</a>&gt;. Acesso em: 16 out. 2018.</p> <p>SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação: <b>Currículo do Estado de São Paulo: Química</b>. São Paulo: SEE, 2008. 56p. Disponível em: &lt; <a href="http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portals/18/arquivos/Prop_QUI_COMP_red_md_20_03.pdf">http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portals/18/arquivos/Prop_QUI_COMP_red_md_20_03.pdf</a>&gt;. Acesso em: 16 out. 2018.</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



| ANÁLISE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos da UDM</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Crença que o modelo atômico é descoberto (MELO, 2002; MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Prevalência do modelo atômico de Dalton em relação aos demais modelos atômicos (MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Acredita que a cor de fogos de artifício é resultante dos corantes presentes no material combustível (MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Crença que o átomo é uma entidade concreta, ou seja, real e palpável e não um modelo construído por meio do processo científico com limitações impostas pelo fenômeno estudado (MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Não aceitação do modelo particulado que compromete a aprendizagem de conceitos como solubilidade, mudanças de estado físico da matéria entre outros conceitos e suas entidades constituintes (MELO, 2002);</li> <li>✓ existe uma limitação objetiva na capacidade dos alunos ao iniciarem o estudo da química em reconhecerem, em nível microscópico (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009);</li> <li>✓ manutenção da ideia de indivisibilidade do átomo (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009);</li> <li>✓ crença que os elétrons não podem serem separados do átomo (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009);</li> <li>✓ o átomo muitas vezes é tido como a menor parte constituinte da matéria, mas às vezes, julgam que poderia ser a célula (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009);</li> <li>✓ dificuldades em desenhar as estruturas atômicas com suas respectivas partes (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009).</li> </ul> |
| <b>Obstáculos epistemológicos relacionados ao conteúdo da UDM</b>   | <p>Os obstáculos epistemológicos presentes no ensino de conteúdos de Modelos Atômicos são frequentemente os de o Obstáculo Realista e o Obstáculo Verbal (REIS; KIOURANI; SILVEIRA, 2010). O Obstáculo Realista assume como real ou concreto um modelo abstrato. Por isso, tal obstáculo tenha maior importância ao estudar os modelos atômicos, os quais são atividades abstratas obtidas por modelagem. Por isso, é comum concepções de átomo como pequeno e indivisível percebida pelo uso das seguintes palavras: pequeno, partícula. Esfera, maciço e indivisível. Muitas representações caracterizavam o átomo como uma bolinha (REIS; KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> <p>Segundo Reis, Kiouranis e Silveira (2010), o obstáculo verbal é evidenciado pelo uso de uma analogia como forma de explicação a um conceito em detrimento a explicações teóricas e racionais. Por isso, é recomendável que o professor-autor evite o uso de analogias no Ensino de Modelos Atômicos no Ensino</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        | <p>Fundamento em Modelagem, pois o uso de analogias indiscriminadamente serve para concretização de ideias errôneas, que uma vez cristalizados na mente os educandos é de difícil modificação. Note que, as analogias criam uma imagem mais forte que conceito ensinado. Distorções que afastam o aluno do conceito original, pois as imagens pintadas analogicamente não são tão passageiras quanto deveriam e formam imagens mentais duradouras. Além das analogias tirarem a autonomia discente da elaboração de formas de pensar o objeto de estudo (MELO, 2002; REIS; KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> <p>Ainda segundo Melo e Neto (2013), destaca que “O perigo da utilização de analogias para a assimilação de um modelo abstrato é que o aluno tende a raciocinar em termos macroscópicos podendo levar essa analogia longe demais”. Esse problema é oriundo da incapacidade dos discentes em efetuarem a transição do macroscópico para o micro com conseqüentes incorreções nas relações analógicas quando os limites da analogia não são bem definidos devido à dificuldade de migração entre o mundo macroscópico e microscópico. Fato que podem ocasionar novas concepções alternativas.</p> <p>Muitas vezes o uso de analogias permite que o aluno levasse a abstração do nível submicroscópico para o nível macroscópico com o estabelecimento de relações conceituais errôneas. Por isso, é preferível não usar analogias como estratégia de ensino e priorizar sempre o conceito através de estratégias que tornem o abstrato visível. Por isso, é interessante o emprego de técnicas de ensino baseada em modelagem para o estudo de modelos atômicos (MELO, 2002; REIS; KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> |
| <p><b>Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM</b></p> | <p>Primeira implicação é a orientação dos alunos em relação à abordagem metodológica fundamentada em modelagem. Por isso, é interessante uma aula introdutória ao estudo de modelagem, que envolva uma prática experimental de ensino fundamentado em modelagem. Isto permitirá aos alunos uma primeira vivência das práticas de modelagem.</p> <p>As implicações para o Ensino de Conteúdos da UDM -Vamos Modelar é que o Ensino de Modelos Atômicos tem como principal problema a tentação docente de simplificação do assunto em discussão. É notório o uso de analogias com tal intuito, segundo Bachelard tal prática gera imagens mentais fortes e difíceis de serem abandonadas, o que também diminui a autonomia discente na criação de seus modelos mentais (MELO; NETO, 2013). Autonomia na forma de pensar é importante no desenvolvimento de atividades baseadas em modelagem, pois permite ao educando a elaboração de modelos mentais diversos que permitem a diversidade de ideias e uma aprendizagem dialética mais rica em contextos.</p> <p>O uso de palavras como “descoberta” ao referir a modelos atômicos também deve ser evitada, afinal, reforça que o modelo não é uma criação, mas algo que preexistia esperando alguém descobri-lo (MELO; NETO, 2013).</p> <p>Destaca-se a necessidade da proposição de práticas experimentais associadas a estratégias de Modelagem que possibilite a discussão do Modelo Atômico de Bohr em relação à coloração as substâncias</p>                                                                                                                                                                                                                           |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>e as diferentes cores apresentadas pelos fogos de artifícios. Com intuito de evitar correlação errônea entre coloração da substância e cor da chama, mas sim relaciona as transições eletrônicas do metal estudado (MELO; NETO, 2013). Isto permite ao aluno acesso ao primeiro modelo de átomo quantizado. Segundo Justi (2008), o professor deve estar ciente que seu papel está relacionado a criação de ricos contextos de aplicação do estudo de Modelos Atômicos e promoção de testes e questionamentos dos modelos, ou seja, o professor precisa desenvolver na sala de aula um ambiente que busque a constante dialética dos estudantes em relação aos objetos modelados. Uma tarefa hercúlea.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Referências | <p>BARROS, M.A.S. Obstáculos epistemológicos: O conceito de quantização de energia nos livros didáticos de química do ensino médio. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15., 2010, Brasília. CARMO, M. P. Do; MARCONDES, M. E. R. Abordando as soluções em sala de aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. <b>Química Nova na Escola</b>. v. 28, p.37-41, mai. 2008. Disponível em: &lt;<a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf</a>&gt;. Acesso em: 15 out. 2018.</p> <p>FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Estrutura Atômica e Formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio. <b>Química Nova na Escola</b>, v. 31, n. 4, p. 275 – 282, 2009.</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>MELLO, M.R. <b>Estrutura atômica e ligações químicas: uma abordagem para o Ensino Médio</b>. 2002. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Química, Universidade de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: &lt; <a href="http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_064653a702e13833f7d5411ef7d5e906">http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_064653a702e13833f7d5411ef7d5e906</a>&gt;. Acesso em: 17 nov. 2018.</p> <p>REIS, J.M.C. dos; KIOURANIS, N.M.M; SILVEIRA, M.P. Conceito de átomo: obstáculos epistemológicos e o processo de ensino e aprendizagem. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia, p.1-8.</p> <p>VILLANI, Alberto; BAROLLI, Elisabeth. Os discursos do professor e o ensino de Ciências. <b>Pro-Posições</b>, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 155-175, fev. 2016. ISSN 1982-6248. Disponível em: &lt;<a href="https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643662">https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643662</a>&gt;. Acesso em: 03 fev. 2019.</p> |

| ABORDAGEM METODOLÓGICA                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Princípios teórico-metodológicos da abordagem escolhida</b></p> <p><b>(teoria psicológica, teoria pedagógica, visão de ciência, função do sistema educacional e forma de condução do ensino - funções que professor e aluno desempenham no processo de ensino e aprendizagem)</b></p> | <p>A estratégia de Ensino a ser empregada é o Ensino baseado em Modelagem.</p> <p>Quando se aborda o conhecimento químico percebe-se seu caráter abstrato, o que torna necessário o emprego de modelos. Estes são compreendidos como representação parcial de uma entidade, que é elaborada com fins específicos e sujeitos a alterações. Os modelos são representações parciais, por isso, não são cópias fiéis da realidade ou a mesma e, principalmente tem limitações (JUSTI, 2010).</p> <p>Os modelos são classificados em: modelo mental quando elaborado individualmente no campo cognitivo; modelo expresso quando o modelo mental toma forma simbólica para sua expressão; modelo consensual quando um grupo mostra concordância com o modelo expresso; modelo científico quando o modelo científico mostra relevância científica e passa por maior nível de aceitação.</p> <p>Segundo Justi (2010), os modelos têm como objetivos facilitar o pensar sobre as entidades complexas, sua expressão e comunicação; criar bases conceituais para proposição e interpretação de experimentos. Além de mediação da realidade modelada e as teorias.</p> <p>Outra característica interessante dos modelos é não serem imutáveis. Estes são passíveis de alterações mediante a alteração do conhecimento do mundo real, percepção de limitações do modelo e surgimento de novas formas de representação (JUSTI, 2010).</p> <p>Na Química, os modelos são importantes, pois fornecem explicações sobre uma realidade altamente abstrata, por isso, o trabalho com Modelagem impera. Fato destacado por Nersessian (1999), que pensar por modelos capacita o Químico a visualizar entidades ou processos racionais e construtivos do conhecimento.</p> <p>A modelagem é uma atividade processual que envolve a elaboração, expressão e testes dos modelos por meio da reelaboração dos modelos percebidas suas limitações.</p> <p>Segundo Justi (2010), a atividade de modelagem é “um processo unidirecional, pois ao modelar algo o indivíduo interpreta, conceitua e integra elementos que permitem o estudo de uma determinada entidade (objeto, processo, ideia) e teste de representações para tais elementos”</p> <p>O trabalho com Modelagem é importante forma de engajamento ativo dos estudantes no seu processo de aprendizagem através da vivência de todas as etapas envolvidas na elaboração de modelos (JUSTI, 2010). Isto ocorre por elaboração de seus próprios modelos, autoavaliação e avaliação dos modelos empregados no Ensino de Ciências. Segundo Justi e Gilbert (2002), a modelagem leva os alunos a compreender o processo de modelar e seu papel na construção do conhecimento científico. Justi (2006, p.178) ressalta que à modelagem se concebe quando os alunos aprendem a dar sentido aos fatos que observam construindo modelos.</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>O ensino baseado em Modelagem beneficia os alunos aprendizagem significativa de conteúdos envolvidos com ausência das concepções alternativas ou dificuldades específicas relatadas na aprendizagem dos temas estudados; desenvolvimento das habilidades investigativas relacionadas ao processo de modelagem e percepção das limitações que os modelos possuem (MAIA; JUSTI; 2009); desenvolvimento de habilidades de visualização e resolução de novos problemas por meio da abordagem baseada em modelos (Gilbert; Justi, 2009, apud Queiroz, 2009), (GILBERT, 2008).</p> <p>O trabalho com diversas atividades de modelagem tende a promover o progresso do desempenho dos alunos em relação às habilidades envolvidas em modelagem, em especial quando eles refletem sobre suas ações (estruturando e/ou sistematizando um plano de ações para integrar ideias e produzir um modelo); tentando adequar os conhecimentos e experiências prévias a novas situações) e/ou sobre a natureza dos modelos (reconhecendo que esses possuem limitações). O envolvimento dos estudantes em atividades de modelagem contribui, ainda, para que esses elaborem seus próprios modelos sobre o processo de modelagem, promovendo uma sistematização do mesmo ao longo de suas ações, o que pode ser útil em situações inéditas</p> <p>Segundo Ferreira e Justi (2008), ao “Professor cabe o papel de atuar como guia para a criação de ricos contextos de aplicação e testes destes por meio de questionamentos e informações sobre eles e os sistemas modelados”. Para tal Justi (2006), propõe as seguintes etapas para a elaboração de modelos pelos alunos:</p> <p>Primeira Etapa é a definição dos objetivos para a construção do modelo. É necessário propiciar aos indivíduos informações por meios diversos para a elaboração de um modelo mental, o qual ocorre por organização das informações e experiências por meio de origem adequada ou criatividade e raciocínio do educando.</p> <p>Segunda etapa é consequência direta do modelo mental. Trata-se de representar e socializar o modelo mental elaborado pelo discente através da definição da forma de representação do modelo mental e socialização do modelo perante o grupo ou classe.</p> <p>Terceira etapa consiste em testar e reformular no grupo o modelo testado por meio de experimentos mentais ou experimentos empíricos. Caso observada incoerências no modelo busca a reformulação do modelo expresso. Isto é possível por meio de retomadas das etapas anteriores ou por rejeição completa do modelo proposto inicialmente e, portanto, busca a proposição de um novo modelo.</p> <p>Quarta etapa caracterizada pela socialização e revisão pelos pares do modelo elaborado. Nesta etapa se o modelo expresso tem sucesso na fase de testes com o cumprimento dos propósitos estabelecidos na primeira etapa, o modelo pode ser socializado e submetido a revisão pelos pares para constatação ou não de sua validade e consequente levantamento das suas abrangências e limitações.</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>Observe que o desenvolvimento de atividades de modelagem com o aluno propicia o fazer científico em todas as suas etapas. Desde a etapa de elaboração do modelo até a socialização e revisão pelos pares. O Fazer Científico em prática na Escola possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências típicas do meio científico. Afinal, os alunos aprendem sobre o significado de modelos, como ocorre seu desenvolvimento e passam por etapas de construção de modelos mentais para melhor compreensão dos modelos conceituais ensinados nas escolas (JUSTI, 2006).</p> <p>Tudo embalado no mais puro fazer científico caracterizado pela observação, experimentação, oposição de hipóteses, socialização dos modelos elaborados e validação pelos pares através de validação argumentativa dos estudantes. (JUSTI, 2006)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Referências | <p>JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. <b>Enseñanza de las Ciencias</b>, v. 2, n. 24, p. 173-184, 2006.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>GILBERT, J.K., JUSTI, R., QUIEROZ, A.S. The use a Modelo f Modelling to develop visualization during the learnig of ionic bonding. In: International Conference of The European Science Education Research Association, Istanbul, Turkey, 2009. Apud</p> <p>MAIA, P.F; JUSTI, R. Contribuições de atividades de modelagem para o desenvolvimento de habilidades de investigação. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., Florianópolis, 2009. Direta</p> <p>MAIA, P.F.; JUSTI, R. Learning of Chemical Equilibrium through Modelling-Based Teachinh. <i>International Journal of Chemical Education</i>, Londo, 31, 5, 603-630, 2009b. apud</p> <p>NERSESSIAN, N.J. Model-Based Reasoning in Conceptual Change. In: MAGNANI, L; NERSESSIAN, N.J., THAGARD, P. (Eds.). <i>Model-Based Reasoning in Scientific Discovery</i>. New York: Kluwer and Plenun Publishsers. P.5-22, 1999. Direta</p> <p>TRUJILLO, C.H.Z. O conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) do Professor de Química e seu desenvolvimento a partir da reflexão sobre os modelos de ligação química e sua Modelagem. 2016. 288 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.</p> |



| TÍTULO, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS        |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                 |                                    |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Título da UDM</b>                                            | <b>Vamos modelar!</b>                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                 |                                    |
| <b>Objetivos previstos em Orientações Curriculares Oficiais</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• classificação e estabelecimento de critérios;</li> <li>• controle de variáveis;</li> <li>• elaboração de modelo explicativo;</li> <li>• Ideias de Thomson, Rutherford e Bohr para o átomo.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                 |                                    |
| <b>Objetivo da UDM</b>                                          | Aplicar técnicas de Modelagem no estudo de Modelos Atômicos, implementando atividades de modelagem para melhor compreensão dos limites, abrangências e aplicações de cada um dos modelos atômicos.                                             |                                                                                                                                                                                 |                                    |
| <b>Sequência Didática</b>                                       | <b>Objetivo da SD</b>                                                                                                                                                                                                                          | <b>Conteúdo Programático</b>                                                                                                                                                    | <b>Tempo Aproximado (em aulas)</b> |
| <b>Oh Dalton! Foste longe demais!</b>                           | Avaliar o modelo atômico de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos.                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos e Modelagem</li> <li>• Modelo Atômico de Dalton</li> </ul>                                                                     | 2                                  |
| <b>Thomson: Foste injustiçado pelos livros!</b>                 | Analisar o Modelo Atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fenômenos elétricos da matéria</li> <li>• Modelo Atômico de Thomson</li> </ul>                                                         | 2                                  |
| <b>Rutherford: Foste habilidoso!</b>                            | Analisar o Modelo Atômico de Rutherford, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissões de partículas alfa</li> <li>• Experimento de espalhamento das partículas alfa</li> <li>• Modelo atômico de Thomson</li> </ul> | 2                                  |
| <b>Bohr: Não é o fim de tudo!</b>                               | Analisar o Modelo Atômico de Bohr, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espectroscopia para identificação de materiais</li> <li>• Experimento do teste de chama</li> <li>• Modelo Atômico de Bohr</li> </ul>   | 2                                  |

|                              |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                             |   |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>Tempestade de modelos</b> | Analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas; organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciando a abrangência de cada um dos modelos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo Atômico de Dalton</li> <li>• Modelo Atômico de Thomson</li> <li>• Modelo Atômico de Rutherford</li> <li>• Modelo Atômico de Bohr</li> </ul> | 1 |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

| <b>SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO</b> |                                                                                                                                                                             |                                                                              |                                                                                                            |                                                                                                         |                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                                     | <b>Oh Dalton! Foste longe demais!</b>                                                                                                                                       |                                                                              |                                                                                                            |                                                                                                         |                                                                                                                                                    |
| <b>Objetivo da SD</b>                                                   | Avaliar o modelo atômico de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos.                                                          |                                                                              |                                                                                                            |                                                                                                         |                                                                                                                                                    |
| <b>Estratégias de Avaliação</b>                                         | - Envolvimento do aluno na atividade de modelagem da “Caixa misteriosa”. Além da justificativa dos materiais presentes nas caixas via escrita e socialização de argumentos. |                                                                              |                                                                                                            |                                                                                                         |                                                                                                                                                    |
| <b>Dia/Aula</b>                                                         | <b>Estratégia Didática</b>                                                                                                                                                  | <b>Conteúdos de ensino</b>                                                   | <b>Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula</b>                                      | <b>Recursos Didáticos</b>                                                                               | <b>Materiais de Aprendizagem / Instrumento de avaliação</b>                                                                                        |
| 1ªAula                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositivo dialogada</li> </ul>                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo Atômico de Dalton</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva dialogado.</li> <li>• Aula multimídia.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projetor multimídia</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise das respostas dos alunos presentes na apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM</li> </ul> |
|                                                                         |                                                                                                                                                                             |                                                                              |                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li> </ul> |                                                                                                                                                    |



|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                            |                                                                                   |                                                                                                                                      |                                                                                                               |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2ªAula      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aula prática</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos e modelagem constroem a Química.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Atividade da “Caixa misteriosa”</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li> <li>8 caixas misteriosas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposição da hipótese do material que se encontra na caixa.</li> </ul> |
| Referências | <p>ALVES, D.P. Formação continuada para professores de Ciências nas séries iniciais: uso de modelos e modelagem para introdução de conceitos químicos. 2012. 225 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília.</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; MALDANER, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> |                                                                                            |                                                                                   |                                                                                                                                      |                                                                                                               |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |                                                                             |                                                                               |                                                                         |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Título da SD                                                     | Thomson: Foste injustiçado pelos livros!                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                                             |                                                                               |                                                                         |
| Objetivo da SD                                                   | Analisar o Modelo Atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                       |                                                                                  |                                                                             |                                                                               |                                                                         |
| Estratégias de Avaliação                                         | Análise das proposições propostas em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo. |                                                                                  |                                                                             |                                                                               |                                                                         |
| Dia/Aula                                                         | Estratégia Didática                                                                                                                                                                                                                      | Conteúdos de ensino                                                              | Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula              | Recursos Didáticos                                                            | Materiais de Aprendizagem / Instrumento de avaliação                    |
| 1ª                                                               |                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fenômenos elétricos da matéria</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Primeira aula: 50 minutos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lousa e projetor multimídia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise das respostas</li> </ul> |

|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prática experimental demonstrativa</li> <li>• Aula expositivo dialogada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampola de Crookes</li> <li>• Raios Catódicos</li> <li>• Elétrons</li> <li>• Relação massa/carga elétron</li> <li>• Raio Canais ou raios positivos</li> <li>• Neutralidade da matéria</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em cinco sempre uma de frente para a outra.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li> </ul>                                                                                       | dos alunos presentes na apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM                                                                           |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimento de magnetismo</li> </ul>                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais e reagentes para a realização dos experimentos</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentação mental do modelo.</li> </ul>                                                               |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeo editado (10 minutos)</li> </ul>                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos</li> </ul>                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo</li> </ul>                                     |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensino fundamentado em modelagem</li> </ul>                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta).</li> </ul> |                                                                                                                                                    |
| 2ª | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositivo dialogada</li> </ul>                                               |                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montagem dos grupos com 5 componentes no máximo/ elaboração de modelos</li> </ul>                                                       |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                    |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Segunda aula: 50 minutos</li> </ul>                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lousa e projetor multimídia.</li> </ul>                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise das respostas dos alunos presentes na apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM</li> </ul> |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manutenção dos grupos formado nas aulas anteriores</li> </ul>                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li> </ul>                                                                                       |                                                                                                                                                    |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos com as carteiras formando grupos</li> </ul>                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos</li> </ul>                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar que cada grupo produza um texto justificando seu modelo</li> </ul>                              |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração de modelos pelos alunos /Experimentação mental dos modelos</li> </ul>                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de</li> </ul>                            |                                                                                                                                                    |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                              |                            |                                                                                                                |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação dos modelos de cada grupo para toda classe.</li> </ul> | tamanhos variados, tinta). | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação o dos modelos de cada grupo para toda classe.</li> </ul> |
| <b>Referências</b> | <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> |  |                                                                                                              |                            |                                                                                                                |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                |                                                                               |                                                                                 |                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                              | <b>Rutherford: Foste Habilidoso!</b>                                                                                                                                                                                                     |                                                                                |                                                                               |                                                                                 |                                                                                                   |
| <b>Objetivo da SD</b>                                            | Analisar o Modelo Atômico de Rutherford, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                    |                                                                                |                                                                               |                                                                                 |                                                                                                   |
| <b>Estratégias de Avaliação</b>                                  | Análise das proposições propostas em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo. |                                                                                |                                                                               |                                                                                 |                                                                                                   |
| <b>Dia/Aula</b>                                                  | <b>Estratégia Didática</b>                                                                                                                                                                                                               | <b>Conteúdos de ensino</b>                                                     | <b>Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula</b>         | <b>Recursos Didáticos</b>                                                       | <b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b>                                        |
| 1ª                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositivo dialogada</li> </ul>                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissão de partículas alfa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeira aula: 50 minutos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lousa e Projetor Multimídia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise das respostas dos alunos presentes na</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                         |                                                                                                       |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                         |                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>● Espalhamento das partículas alfa</li><li>● Modelo Atômico de Rutherford</li></ul> |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                             | apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM                                                      |
|                                                                                                                                                                                         |                                                                                                       |                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>● Vídeo editado com observações macroscópicas</li></ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>● Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li></ul>                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"><li>● Experimento mental do modelo elaborado pelos alunos</li></ul> |
|                                                                                                                                                                                         |                                                                                                       |                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>● Carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em cinco sempre uma de frente para a outra.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta).</li></ul> |                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                         |                                                                                                       |                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>● Elaboração dos modelos mentais e expressos pelos grupos</li></ul>                                                                      |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                         |                                                                                                       |                                                                                                                           | 2ª                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>● Aula expositivo dialogada</li></ul>                                                                                                                 |                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"><li>● Manutenção dos grupos elaborados pelos grupos para continuidade do processo de elaboração, expressão, teste e reelaboração de modelos</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● Experimentação mental/ Apresentação dos modelos elaborados</li></ul>              |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                       |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                               |                                                                                    |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                               | pelos grupos para toda sala de aula                                                |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação dos modelos consensuais dos alunos para toda a sala de aula.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntese manuscrita das ideias.</li> </ul> |
| <b>Referências</b> | <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> |  |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                               |                                                                                    |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                                                                                                          |                            |                                                                       |                           |                                                            |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                              | <b>Bohr: Não é o fim de tudo!</b>                                                                                                                                                                                                        |                            |                                                                       |                           |                                                            |
| <b>Objetivo da SD</b>                                            | Analisar o Modelo Atômico de Bohr, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.                                                                                                                                          |                            |                                                                       |                           |                                                            |
| <b>Estratégias de Avaliação</b>                                  | Análise das proposições propostas em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo. |                            |                                                                       |                           |                                                            |
| <b>Dia/Aula</b>                                                  | <b>Estratégia Didática</b>                                                                                                                                                                                                               | <b>Conteúdos de ensino</b> | <b>Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula</b> | <b>Recursos Didáticos</b> | <b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b> |

|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                              |                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1ª | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Prática experimental demonstrativa</li> <li>● Aula expositivo dialogada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Espectroscopia para identificação de elementos químicos</li> <li>● Experimento do teste de chama</li> <li>● Modelo Atômico de Bohr</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Primeira Aula: 50 minutos</li> </ul>                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lousa e projetor multimídia</li> </ul>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Análise das respostas dos alunos presentes na apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM</li> </ul> |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Primeira aula: 50 minutos</li> </ul>                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li> </ul>                      |                                                                                                                                                    |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em cinco sempre uma de frente para a outra.</li> </ul> |                                                                                                                              |                                                                                                                                                    |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Experimento do uso do espectroscópio e teste da chama</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Materiais e reagentes para a realização dos experimentos</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Análise da experimentação mental do modelo dos alunos por meio da oralidade</li> </ul>                    |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Abordagem de Ensino fundamentado em modelagem: elaboração de modelos mentais e consensuais.</li> </ul>                                  |                                                                                                                              |                                                                                                                                                    |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Segunda aula: 50 minutos</li> </ul>                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel e lápis de cor)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Avaliação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo</li> </ul>                                     |
|    |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Manutenção dos grupos das aulas anteriores.</li> </ul>                                                                                  |                                                                                                                              |                                                                                                                                                    |
| 2ª | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aula expositivo dialogada</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Elaboração de modelos mentais e expressos pelos alunos. Com submissão destes à experimentos mentais.</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lousa e projetor multimídia.</li> </ul>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Análise das respostas dos alunos presentes na apostila</li> </ul>                   |                                                                                                                                                    |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | <ul style="list-style-type: none"><li>● Manutenção dos grupos formado nas aulas anteriores</li></ul>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>● Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li></ul>                                                                                       | elaborada para o desenvolvimento da UDM                                                                             |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | <ul style="list-style-type: none"><li>● Grupos com as carteiras uma de frente com a outra.</li></ul>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>● Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis de cor, massa de modelar, esferas de isopor de tamanhos variados, tinta).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● Solicitar que cada grupo produza um texto justificando seu modelo</li></ul> |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | <ul style="list-style-type: none"><li>● Elaboração de modelos pelos alunos /Experimentação mental dos modelos</li></ul> |                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"><li>● Socialização do modelo consensual elaborado pelo grupo</li></ul>            |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | <ul style="list-style-type: none"><li>● Apresentação dos modelos de cada grupo para toda classe.</li></ul>              |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                     |
| Referências | FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b> . nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a> . Acesso em: 14out. 2018.<br>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b> . Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230. |  |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                     |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                              | <b>Tempestade de modelos atômicos</b>                                                                                                                                                  |
| <b>Objetivo da SD</b>                                            | Analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas; organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciado a abrangência de cada um dos modelos. |
| <b>Estratégias de Avaliação</b>                                  | Análise da participação dos alunos do brainstorming, desempenho dos grupos no Quiz e avaliação escrita individual.                                                                     |

| Dia/Aula | Estratégia Didática                                                    | Conteúdos de ensino                                                                                                                                                                 | Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula                                                                                               | Recursos Didáticos                                                                                                                                            | Materiais de Aprendizagem / Instrumento de avaliação                                                                            |
|----------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1ª       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tempestade de Ideias</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo Atômico de Dalton</li> <li>Modelo Atômico de Thomson</li> <li>Modelo Atômico de Rutherford</li> <li>Modelo Atômico de Bohr</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aula única: 50 minutos</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Projutor multimídia</li> </ul>                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise da apostila preenchida durante o desenvolvimento da UDM.</li> </ul>              |
|          |                                                                        |                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Atividade voltada para a coleta de informações</li> </ul>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Envolvimento na atividade/respostas corretas aos questionamentos propostos</li> </ul>    |
|          |                                                                        |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lousa</li> </ul>                                                                                                       |                                                                                                                                 |
|          |                                                                        |                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Toda a sala participa por meio de sugestões de informações acerca dos diversos modelos atômicos estudados.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sala do acesso ou celulares (solicite com antecedência para que os alunos instalem o Kahoot nos celulares).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Avaliação da aprendizagem em grupo por meio da plataforma de avaliação Kahoot</li> </ul> |
|          |                                                                        |                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Teste dos conhecimentos por meio de Quiz em</li> </ul>                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Prova impressa</li> </ul>                                                                                              |                                                                                                                                 |



|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                 |  |                                        |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | <p>duplas ou quarteto (depende da disponibilidade de celulares)</p> <p>● Avaliação com questões de múltipla escolha e questão dissertativa.</p> |  | <p>● Avaliação de modelos atômicos</p> |
| Referências | <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> |  |                                                                                                                                                 |  |                                        |

## ANEXO D – VERSÃO REELABORADA DA UDM DO PROFESSOR HÉLLIO

|                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>INSTRUMENTO PARA PLANEJAMENTO DE UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA (UDM)</b><br>(Vrs. Reelaborada) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO                   |                                                   |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>CURSO</b>                                | Mestrado ProfQui                                  |
| <b>INSTITUIÇÃO</b>                          | XXXXXXXXXXXXXXXX                                  |
| <b>DISCIPLINA</b>                           | Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional |
| <b>PROFESSOR</b>                            | Orientador                                        |
| <b>AUTORES DA UDM</b><br>(ordem alfabética) | Professor Hélio                                   |
| <b>DATA E VERSÃO DA UDM</b>                 |                                                   |

| CONTEXTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOME DA UNIDADE ESCOLAR                     | Escola Estadual do interior do estado de São Paulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ENDEREÇO COMPLETO                           | XXXXXXXXXX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| TELEFONE E E-MAIL                           | XXXXXXXXXX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE ESCOLAR           | <p><i>(Trecho omitido por questões anonimização da Escola e do colaborador da pesquisa)</i></p> <p>O prédio onde hoje está instalada a Unidade Escolar contém:</p> <p>13 salas de aulas todas mobiliadas; 02 salas que compõem a sala de leitura com um excelente acervo; 01 laboratório (com multimídia), que é também utilizado como sala de aula; 06 salas de multimídia que estão sendo utilizadas como sala de aula; 01 lousa interativa, instalada em sala de aula; 01 sala para professores; 01 sala para diretoria; 01 sala para secretaria; 01 sala de mediação; 01 sala para coordenação pedagógica; 01 pequeno depósito de materiais pedagógicos; 01 sala de apoio pedagógico – SAPE; 01 sala de materiais de Educação Física; 01 sala para xerox; 01 arquivo; 2 instalações sanitárias para alunos (masculino/feminino); 02 instalações sanitárias para docentes e funcionários (masculino/feminino); 01 quadra de esporte descoberta; 01 quadra de esporte coberta; 01 cozinha interna (professores/funcionários); 01 cozinha externa onde são servidas as merendas; 01 pátio coberto; 01 cantina; 02 vestiários (feminino/masculino); 01 zeladoria; 01 laboratório de Informática - ACESSA; 02 almoxarifados.</p> |
| DISCIPLINA                                  | Química                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ANO/TURMA                                   | 2º ano do ensino médio – 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| PROFESSOR RESPONSÁVEL                       | Professor Hélio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| NÚMERO DE ESTUDANTES                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDANTES</b> |  |
|--------------------------------------|--|

| <b>ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA</b>              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Conteúdo programático da UDM</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- O comportamento dos materiais e os modelos dos átomos;</li> <li>- As limitações das ideias de Dalton para explicar o comportamento dos materiais: o modelo de Rutherford-Bohr;</li> <li>- Condutividade elétrica e radiatividade natural dos elementos químicos;</li> <li>- O modelo de Rutherford e a natureza elétrica dos materiais;</li> <li>- O Modelo de Bohr e a constituição da matéria.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Pré-requisitos para a UDM</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo Atômico de Dalton</li> <li>- Símbolos dos elementos químicos</li> <li>- Linguagem simbólica da Química</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Orientações curriculares oficiais sobre o tema</b> | <p>Segunda a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) quanto ao Ensino de Ciências e suas tecnologias nos Ensino Médio tem como competência específica 3:</p> <p style="padding-left: 40px;">Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a público variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2017, p.544).</p> <p>A competência específica 3 permite aos educandos o desenvolvimento de diversas capacidades de compreensão das informações e seu emprego nos mais diversos contextos históricos científicos pelo emprego de diversos processos cognitivos que conduzam os jovens à aprendizagem. Além do desenvolvimento da ética e responsabilidade em todas as esferas de interação social. Tal competência específica é importante devido permitir aos estudantes a apropriação da autonomia e linguagem científica. Fato possível através da socialização dos conhecimentos em contextos variados com uso de diferentes recursos.</p> <p>Para a consecução da competência específica 3 foram estipuladas habilidades a serem desenvolvidas, tais como a habilidade EM13CNT301 que corresponde a “Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.”</p> <p>Além da mesma competência explicitar na habilidade EM13CNT302 a importância da comunicação. Observe que é importante:</p> |

|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                | <p>Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural (BRASIL, 2017, p.545).</p> <p>A abordagem metodológica do ensino fundamentado em modelagem se encaixa dentro da competência específica 3 e auxilia no desenvolvimento de duas das dez habilidades necessárias para a consecução da competência 3. Afinal, o ensino fundamentado em modelagem exige que os alunos participem ativamente do processo de construção do conhecimento por constante processo de elaboração, teste, reelaboração, socialização dos modelos. Esta última etapa favorece o desenvolvimento da habilidade de comunicação em torno de temas científicos para seus pares como especificada pela habilidade EM13CNT302.</p> <p>O ensino fundamentado em modelagem permite a aprendizagem ativa dos estudantes em relação aos diversos modelos atômicos e, por consequência, permite o contato com procedimentos e linguagens próprias das ciências da natureza. Fato especificado pela habilidade EM13CNT301.</p>                                                                                                     |
| <p><b>Conteúdos conceituais</b></p> <p>- Identificação dos fatos e/ou fenômenos de interesse (nível fenomenológico)</p> <p>- Interpretação dos fatos ou fenômenos de interesse (nível teórico e simbólico)</p> | <p><b>Nível fenomenológico</b></p> <p><b>Modelo Atômico de Thomson</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampola de Crookes: fenômeno de fluorescência, propagação retilínea, energia cinética, carga elétrica negativa;</li> <li>• Neutralidade elétrica da matéria.</li> </ul> <p><b>Modelo Atômico de Rutherford</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior parte das partículas alfa atravessa diretamente a lâmina;</li> <li>• 50 partículas alfa a cada 1 000 000 sofrem desvios consideráveis;</li> <li>• 1 partícula alfa a cada 1 000 000 voltam para trás.</li> </ul> <p><b>Modelo Atômico de Bohr</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferentes cores dos fogos de artifício;</li> <li>• Observação dos Espectros de luz gerados por diferentes elementos químicos;</li> <li>• Espectro contínuo de luz;</li> <li>• Espectro descontínuo do hidrogênio.</li> </ul> <p><b>Nível teórico</b></p> <p>Willian Prout acreditava que os átomos eram agregados de corpúsculos de átomos de Hidrogênio. Para ser mais exato, um agregado de átomos de hidrogênio. Para tanto, as massas dos demais elementos químicos deveriam ser expressas por números inteiros. Thomson também compartilhava dessa visão, a qual se mostrou errada por meio de métodos de determinação de massas atômicas mais sensíveis. Estes mostraram que as massas dos diferentes elementos químicos nem sempre eram números inteiros (ROZENBERG, 2002).</p> |

Dessa concepção, a única sobrevivente foi a crença da indivisibilidade do átomo. Fato aceito pelo Modelo Atômico de Dalton, o qual se mostrava suficiente para explicar a realidade atômica. Porém, o mundo não parava, novos elementos químicos eram descobertos e surgiu a necessidade de organização destes numa tabela periódica. Fato que mostrou que o átomo era mais complexo. A Lei Periódica evidenciou a variação gradativa das propriedades dos elementos nos períodos e relacionou com o fato de serem divisíveis e terem estrutura discreta e variável (ROZENBERG, 2002).

A descoberta de cargas elétricas em gases, a descoberta dos raios catódicos, Canais e X. além da interpretação desses fenômenos ajudou a enxergar essa nova realidade sobre a estrutura da matéria (ROZENBERG, 2002).

### **Condutibilidade elétrica de Gases**

O ar é conhecido por ser mal condutor de eletricidade, mas torna-se bom condutor em condições especiais como, por exemplo, por meio da combustão, fragmentos de substâncias radioativas, emissão de raios X ou ultravioleta (ROZENBERG, 2002).

Thomson explicou via postulado que a condutibilidade elétrica seria devido a existência de partículas elétricas denominadas íons gasosos. As radiações portariam como agentes ionizantes e quebrariam as moléculas em íons positivos e negativos (ROZENBERG, 2002).

J.J.Thomson e outros cientistas através de inúmeros experimentos chegaram à conclusão que as descargas são iniciadas pela presença íons no gás, os quais seriam gerados pela ação de agentes ionizantes (ROZENBERG, 2002).

Os experimentos de condutibilidade elétrica de gases forneceram a certeza que as cargas elétricas existiam e, provavelmente, estavam associadas a matéria, ou seja, os átomos e moléculas também são portadores de cargas elétricas (ROZENBERG, 2002).

### **Descargas elétricas através de gases rarefeitos.**

Plucker e Hitorf estudaram inicialmente os fenômenos relacionados à descargas elétricas em gases rarefeitos. Porém, Crookes e Thomson foram os que mais se destacaram. Nos seus experimentos usaram um vidro cilíndrico de 40 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro. Neste era inserido um gás, o qual era rarefeito por ação de uma bomba de vácuo (ROZENBERG, 2002). Os fenômenos observados foram:

- Pressão menor que 1 atm, percebe-se a formação de um longo traço azulado responsável por unir os dois eletrodos. Ao atingir 1 cmHg, o traço fica estável e retilíneo.
- Pressão menor que 1 mmHg, surge coluna de luz positiva que une os dois eletrodos. A cor varia de acordo com o gás (rosa para o ar atmosférico e N<sub>2</sub> e vermelha para o H<sub>2</sub>).
- Pressão inferior a 0,1mmHg, tem a estratificação em camadas côncavas voltadas para o anodo. O cátodo aparece com uma auréola de luz prolongada até o catodo e denominada coluna negativa. As colunas positivas e negativas são separadas por uma região escura denominada espaço escuro de Faraday.
- Pressão de 0,01mmHg, a luz negativa se separa do catodo e o espaço escuro de Faraday se aproxima do anodo. O catodo surge como uma bainha catódica delgada e luminosa. Esta é separada da luz negativa por uma nova região escura denominada espaço escuro de Crookes.
- Pressão de milésimos de milímetros de mercúrio, o espaço escuro de Crookes toma o tubo e surge na parede do tubo voltada para o catodo uma fluorescência azulada ou esverdeada, que depende da composição do vidro. Algo invisível que vem

do catodo, propaga-se pelo tubo e atinge a parede da ampola e excitasse a fluorescência. Trata-se de uma rajada de corpúsculos negativos chamados de raios catódicos.

### **Os Raios Catódicos.**

Segundo Rozenberg (2002), no estudo dos raios catódicos usa-se a ampola de Crookes, que apresenta o anodo instalado lateralmente ao catodo permitindo a livre passagem dos raios catódicos. As investigações dos raios catódicos mostraram que os raios catódicos apresentam:

- Fenômenos de fluorescência: a parede da ampola situada a frente do catodo exibe fluorescência verde ou azulada dependendo do material constituinte do vidro (ROZENBERG, 2002);
- Propagação retilínea: os raios catódicos se propagam em linha reta à superfície do catodo (ROZENBERG, 2002);
- Os raios catódicos possuem energia cinética (ROZENBERG, 2002);
- Os corpúsculos constituintes dos raios catódicos transportam cargas elétricas negativas;
- A mesma composição independente da natureza do material que compõe os eletrodos ou da espécie de gás residual do interior do tubo (BRADY; HUMINSTON, 2002);
- Trajetória curvas devido a ação de um campo magnético, numa direção que permite deduzirem que as partículas elétricas são dotadas de carga elétrica negativa (BRADY; HUMINSTON, 2002).

O comportamento dos raios catódicos sugere que sejam estruturas extremamente pequenas dotadas de carga elétrica negativa, que se movimentam rapidamente provenientes do eletrodo negativo (ROZENBERG, 2002).

Thomson explicou como eram formados os raios catódicos. Estes se originavam do intenso campo elétrico entre os eletrodos através da fragmentação dos átomos de gás rarefeito presentes na ampola e átomos do metal do próprio cátodo. Tais partículas aceleradas originam os raios catódicos (ROZENBERG, 2002).

As partículas de natureza negativa receberam o nome de elétrons. Thomson percebeu que as características do elétron eram independentes do gás presente no tubo e do metal do catodo, ou seja, o elétron deveria ser um constituinte presente em todos os átomos (ROZENBERG, 2002).

### **A razão massa carga do elétron**

Para determinação da razão massa carga do elétron Thomson usou um tubo de raios catódicos, ao qual aplicou um campo magnético de intensidade conhecida. Isto permitiu verificar a deflexão do feixe de elétrons. Fato que permitiu a Thomson a determinação da razão carga-massa do elétron cujo valor determinado foi de  $-1,76 \cdot 10^8$  coulombs/grama. Este valor é relativamente grande, o que indica que o elétron possui carga elétrica grande ou uma massa muito pequena (BRADY; HUMINSTON, 2002).

### **Medida da carga do elétron**

Quanto a determinação da carga elétrica do elétron foi determinada muitos anos depois. A proposta mais interessante veio de Millikan com base na observação do campo elétrico com partículas líquidas eletrizadas. Este experimento permitiu constatar que o elétron era a menor carga elétrica existente, o que se verifica é que toda carga é pequena suficiente para ser comparada com a do elétron ou é múltiplo desta, ou seja, pressupõe-se que o elétron é a unidade natural de carga negativa (ROZENBERG, 2002). Millikan determinou que as cargas elétricas presentes nas gotas de óleo sempre eram múltiplas de  $-1,60 \cdot 10^{-19}$  coulombs, que deduziu serem a carga do elétron isolado, ou seja, a carga do elétron é de  $-1,60 \cdot 10^{-19}$  coulombs. Por meio da razão carga massa

e do valor da carga determinada por Milikan foi possível determinar a massa do elétron, a qual correspondeu a  $9,11 \cdot 10^{-28}$  g. Fato que demonstra o diminuto tamanho dos elétrons quando comparado as demais estruturas atômicas (BRADY; HUMINSTON, 2002).

### **Os raios positivos**

Partindo do pressuposto que os átomos presentes no tubo de Crookes sejam eletricamente neutros. Então, ao gerar partículas elétricas negativas, provavelmente, existem partículas elétricas positivas resultantes da quebra de átomo ou moléculas. O deslocamento de tais corpúsculos deveriam ser oposto ao dos raios catódicos (ROZENBERG, 2002).

Goldstein comprovou a existência de tais partículas ao proceder descargas elétricas num tubo de Crookes cujo catodo era perfurado, os quais formavam canais. Estes eram atravessados por feixes de raios de fraca luminosidade, que resultava em leve fluorescência ao atingir a parte anterior da ampola. Tais raios foram denominados raios canais ou raios positivos.

Observou que, os raios canais experimentam deflexões de menor intensidade em campos elétricos e magnéticos e de sentidos opostos (ROZENBERG, 2002).

De forma semelhante ao elétron, determinou-se a relação carga massa dos corpúsculos positivos cuja carga específica depende da natureza do gás, porém menor que a do elétron. Acredita que os raios positivos sejam oriundos do gás, pois o seu surgimento se dá quando rarefeitos e quando a pressão assume valores menores que milésimos de milímetro de mercúrio não se observa a presença de raios canais, ou seja, os raios positivos surgem do próprio gás e não do ânodo devido a perda de elétrons dos átomos do gás, ou seja, a formação de íons positivos devido aceleração pelo campo elétrico existente entre os eletrodos que constituem os raios positivos (ROZENBERG, 2002).

### **O modelo atômico de Thomson**

Os fatos experimentais sugeriram a existência de elétrons e constituintes positivos presentes no átomo. Com base nas diversas informações experimentais, Thomson propôs em 1898, seu modelo atômico com base nas informações experimentais disponíveis. Segundo seu modelo, a carga positiva estaria uniformemente distribuída numa esfera com os elétrons incrustados na superfície desta esfera. Os elétrons estariam em quantidade suficiente para manter o átomo eletricamente neutro e em repouso em relação a esfera positiva (ROZENBERG, 2002).

O modelo atômico de Thomson ficou conhecido como pudim de passas (ROZENBERG, 2002).

### **Limitações do Modelo Atômico de Thomson**

Segundo Rozenberg (2002), o modelo atômico de Thomson não consegue explicar:

- A emissão de luz por corpos aquecidos;
- Espectros óticos descontínuos de sólidos incandescentes;
- Espalhamento das partículas alfa pelas lâminas metálicas.

### **O espalhamento das partículas alfa e o núcleo atômico**

Com o modelo atômico de Thomson era imaginado que tivesse densidade uniforme com os elétrons embebidos numa esfera dotada de carga positiva. Um conjunto parecido com um pudim de passas. No experimento com espalhamento das partículas alfa, Rutherford espera que as partículas alfa ao atravessarem a folha sem perturbações na trajetória. Fato coerente com a distribuição uniforme das partículas positivas e negativas do átomo (BRADY; HUMINSTON, 2002). Afinal, os elétrons com massa muito pequena quando comparada a partícula alfa, não seria capaz de produzir grandes deflexões nas partículas alfa. Além da carga



positivas estar uniformemente distribuída por toda a extensão do átomo de Thomson, o que tornaria as repulsões coulumbianas de baixa intensidade para produção de grandes deflexões das partículas alfa (EISBERG; RESNICK). Rutherford teve auxílio de Geiger e Marsden na execução dos experimentos de espalhamento das partículas alfa. Este consistia no direcionamento de um feixe estreito de partículas alfa sobre uma lâmina metálica de poucos micrometros e na observação se tais lâminas eram atravessadas. O fato era possível devido ao uso de lâmina de sulfeto de zinco disposta atrás e lateralmente a lâmina metálica. O sulfeto de zinco agia como chapa fotográfica, pois quando uma partícula alfa incidia produzia um brilho observável pela lupa (ROZENBERG, 2002).

Segundo Rozenberg (2002), Rutherford observou que:

- A maior parte das partículas alfa lançadas contra a lâmina não alteraram sua trajetória;
- Apenas 50 partículas alfa para cada 1 000 000 sofriam desvios apreciáveis;
- Apenas 1 partícula alfa par cada 1 000 000 eram enviadas para trás da lâmina metálica.

Note que, o número de partículas alfa que sofriam deflexões era muito superior ao que se poderia esperar considerando que o desvio ocorre em átomos com a carga positiva uniformemente distribuída pela esfera atômica.

Rutherford concluiu que os átomos não eram maciços e tinham espaços vazios, ou seja, constituídos de grandes espaços com os constituintes do átomo ocupando regiões muito reduzidas (ROZENBERG, 2002).

Para explicar os desvios de trajetória Rutherford imaginou que o átomo teria um corpúsculo maciço e positivo responsável por toda a massa do átomo e responsável pelo exercício das forças repulsoras em relação as partículas alfas quando próximas. Essa região atômica passou a ser denominada de Núcleo Atômico (ROZENBERG, 2002).

#### **Modelo Atômico de Rutherford**

Fundamentado nas suas observações experimentais, Rutherford propôs que o átomo teria elétrons com orbitas circulares ao redor do núcleo positivo com velocidades adequadas. O modelo Atômico de Rutherford é comparado por analogia ao Sistema Solar (ROZENBERG, 2002).

#### **Limitações do Modelo Atômico de Rutherford**

Segundo Rozenberg (2002), o átomo de Rutherford:

- Apresenta contradições com a teoria de Maxwell relativa a origem das radiações eletromagnéticas. Afinal, segundo Maxwell uma partícula elétrica submetida a aceleração num movimento circular era para emitir energia, ou seja, o elétron em órbita emitiria constantemente energia de natureza eletromagnética;
- Redução gradativa do raio e da orbita, a energia irradiada deveria ser manifestada por uma serie continua de radiações de diferentes comprimentos de onda. Por exemplo, o espectro atômico do hidrogênio deveria ser contínuo.

#### **A teoria dos Quanta**

A teoria do Quanta foi resposta a necessidade de explicar a distribuição de energia das diferentes radiações emitidas por um corpo negro, o qual não tem preferência na emissão ou absorção de luz de qualquer frequência. Os cientistas falharam na explicação das leis da radiação do corpo negro devido ao uso do modelo da radiação eletromagnética derivado da Física Clássica. Inclusive previam a catástrofe ultravioleta, a qual predizia que qualquer corpo em temperatura superior a zero emitiria

intensa radiação ultravioleta, raios X e raios gama, ou seja, teria a destruição da área em que o corpo negro se situasse (ATKINS; JONES, 2007).

Segundo Atkins e Jones (2007), Max Planck encontrou a solução para o problema admitindo que a troca de energia entre matéria e radiação ocorre em pacotes de energia, ou seja, quanta. Os átomos do corpo negro oscilavam rapidamente com frequência  $\nu$  e só trocariam com a vizinhança em pacotes correspondentes à

$$E = h \nu$$

Planck mostra que a radiação de frequência  $\nu$  é gerada apenas por um oscilador se tiver a energia mínima para começar a oscilar. A temperaturas baixas não tem energia suficiente para começar a oscilação e a temperaturas altas não gera radiação ultravioleta de alta frequência. Com isso, a catástrofe ultravioleta foi evitada (ATKINS; JONES, 2007).

Planck precisou descartar as concepções da Física Clássica, que a energia poderia ser transferida em qualquer quantidade de um corpo para o outro e propôs que a transferência de energia ocorria em pacotes discretos de energia (ATKINS; JONES, 2007).

#### **O efeito fotoelétrico**

O efeito fotoelétrico ocorre quando uma placa metálica tem a incidência de luz, o que provoca a emissão de elétrons da superfície metálica.

As experiências com células fotoelétricas mostraram a ejeção de elétrons da superfície quando a frequência da luz é alta o bastante. Caso a frequência seja acima de um mínimo com o consequente aumento da intensidade da luz ocasiona o aumento da intensidade da corrente elétrica devido a maior ejeção de elétrons. Einstein explicou tais observações experimentais combinação a equação de Planck ( $E=h\nu$ ) com o comportamento ondulatório da luz (ATKINS; JONES, 2007).

Einstein supôs que as partículas denominadas de fótons são pacotes de energia onde cada fóton é proporcional à frequência da radiação. Tal proposta permite a compreensão do efeito fotoelétrico. Afinal, é lógico que uma partícula de alta energia é capaz de remover um elétron pela transferência de energia cinética para o elétron da superfície metálica. Além de ser possível a remoção de um elétron pelo uso de uma quantidade mínima de energia. Admitindo que a radiação eletromagnética são fótons. Estes aos milhões poderiam bombardear uma superfície metálica sem a remoção de elétrons. Para a remoção de elétrons da superfície metálica é necessário que o fóton possua energia suficiente para remoção do elétron do átomo. Tendo tal energia mínima para remoção do elétron do átomo do metal. Quanto maior o número de fótons com energia suficiente para remoção dos elétrons do metal, maior será a emissão de elétrons (ATKINS; JONES, 2007).

#### **O espectro de hidrogênio**

Sabe-se que quando a luz incide em um prisma, o feixe emergente quando incide num anteparo branco tem o surgimento do espectro visível da luz usada. Quando a fonte de luz é derivada de material incandescente sólido ou líquido gera um espectro contínuo de luz. Ao passo que, quando a fonte de luz é derivada de vapor aquecido a alta temperatura ou gases ou a descarga elétrica em gases tem a geração de raias espectrais. Com cada uma destas correspondendo a uma determinada frequência e comprimento de onda. Fato interessante, pois cada elemento químico origina raias espectrais diferentes (ROZENBERG, 2002).

Com o espectro atômico do hidrogênio também foi observada a descontinuidade, ou seja, um conjunto de raias de comprimentos de onda bem determinado, ou seja, o espectro não é contínuo. Este é de elevada relevância devido a quantidade de informações

obtidas através determinação de elevado número de raias de frequências bem determinadas e próprias dos átomos que as emitiram. Fato que não pode ser explicado pelo Modelo Atômico de Rutherford (ROZENBERG, 2002).

### **Modelo Atômico de Bohr e seus postulados**

Bohr buscou conciliar a ideia de Rutherford com as teorias das radiações. Começou a explicar o átomo de hidrogênio e o aparecimento das raias do espectro de hidrogênio e dos demais átomos. Para Bohr, os elétrons poderiam girar ao redor do núcleo sem emissão de energia. Para tal, era necessário que os átomos permanecessem em orbitas determinadas e correspondentes a certos conteúdos energéticos (ROZENBERG, 2002).

Os elétrons também poderiam mudar de orbita com emissão de radiação, desde que, recebessem um quantum de energia para passarem para uma camada mais energética e liberassem o mesmo quantum de energia quando passassem para a camada menos energética (ROZENBERG, 2002).

Segundo Rozenberg (2002), Bohr pode resumir suas concepções nos seguintes postulados

- As orbitas permitidas ao movimento de um elétron são aquelas para as quais seu movimento angular é um múltiplo inteiro de  $h/2\pi$
- Ao movimento de um elétron ao redor do núcleo, somente são permitidas aquelas órbitas para quais o produto do seu comprimento ( $2\pi R$ ) pela quantidade de movimento de um elétron ( $mv$ ) seja igual a um múltiplo inteiro da constante de Planck.
- Quando um elétron se encontra numa órbita estacionária de energia  $E_1$  e é excitado e, por consequência, passar para outra órbita estacionária, onde a energia  $E_2 > E_1$  e na sequência retornar à camada de origem teremos a emissão de um quantum de energia radiante (ou fóton) de frequência  $\nu$ .

### **Nível Simbólico**

#### **Modelo Atômico de Dalton**

*Figura 1: Átomo de Dalton*

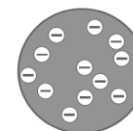


*Fonte: Oliveira; Fernandes (2006, p.04)*

#### **Modelo Atômico de Rutherford**

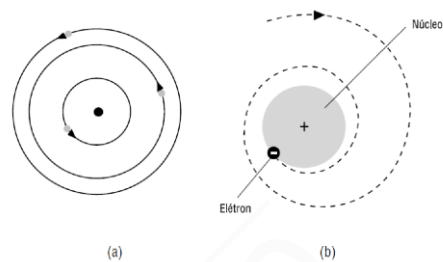
#### **Modelo atômico de Thomson**

*Figura 2: Átomo de Thomson*



*Fonte: Oliveira; Fernandes (2006, p.14)*

Figura 3:a) Modelo proposto por Rutherford b)O elétron seria atraído pelo núcleo entrando numa trajetória espiral com perda de energia e posterior queda no núcleo



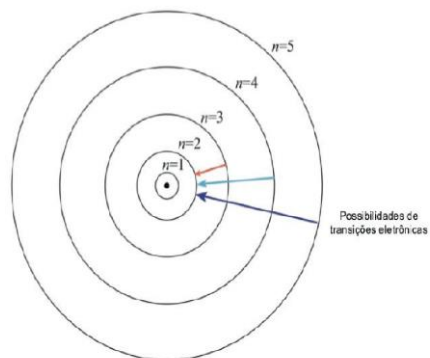
Fonte: Oliveira; Fernandes (2006, p.16)

**Modelo Atômico de Bohr**

**Partículas Subatômicas**

Figura 4: Átomo de Bohr cada número n representa a energia da camada

|  |                                                                         |
|--|-------------------------------------------------------------------------|
|  | Próton (carga positiva)                                                 |
|  | Elétron (carga negativa, aproximadamente 1840 vezes menor que o próton) |
|  | Nêutron (carga neutra)                                                  |



Fonte: Bego (2016, p.81)

**Perfil conceitual (conceito principal da UDM)**

Para avaliar a evolução conceitual dos estudantes será usado como base o perfil conceitual proposto por Mortimer (2000 apud, LOPES, 2017). Tal perfil será adotado devido a elaboração de um perfil conceitual demandar tempo e estudo para sua elaboração. Além do perfil proposto por Mortimer ser amplamente aceito (LOPES, 2017).

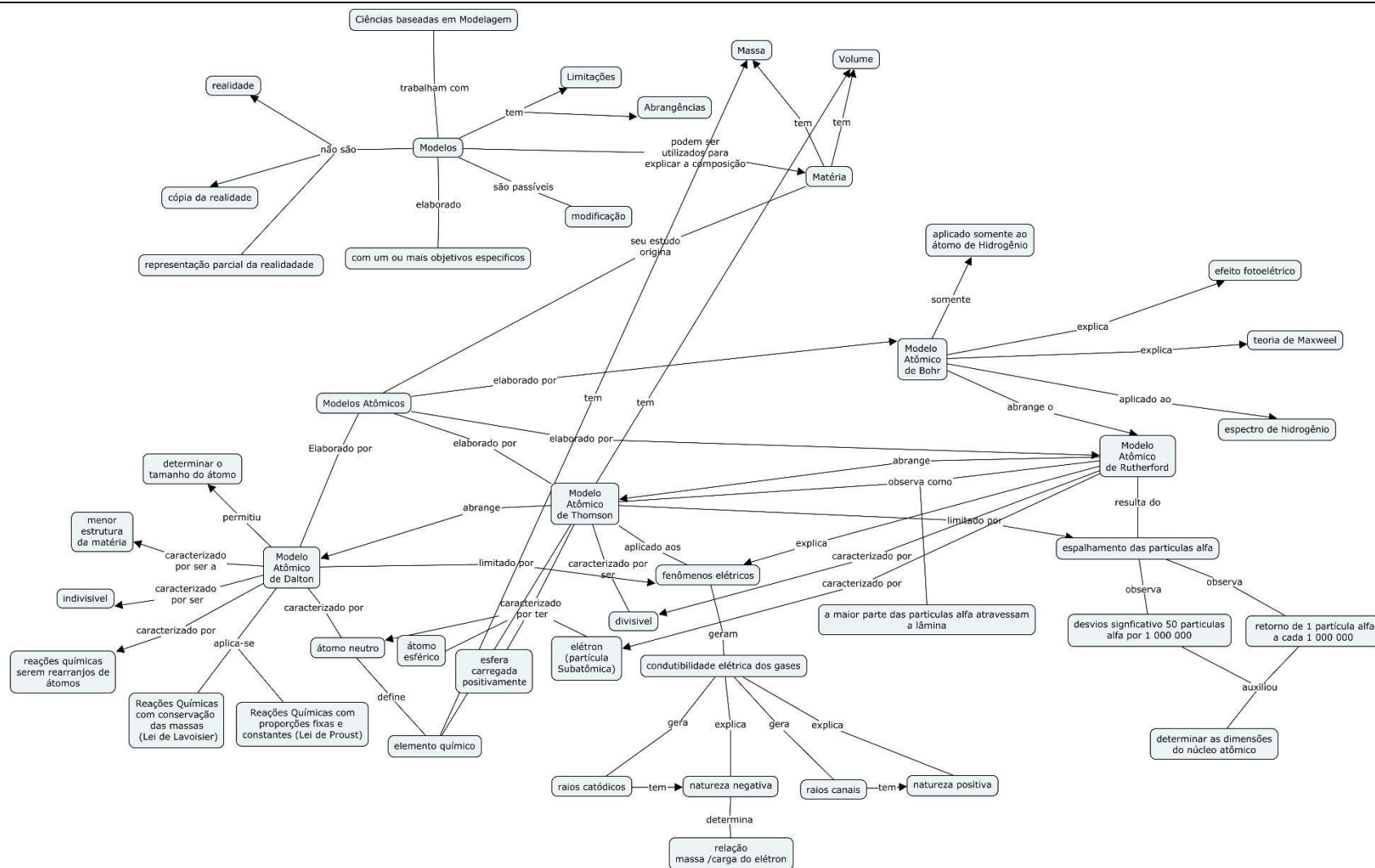
**Zona Sensorialista** caracterizado pela negação do conceito de átomo. Tem como principal obstáculo para a evolução conceitual a negação da existência de espaços vazios na matéria; obstáculo de natureza ontológica devido sua superação envolver a aceitação da ideia de vácuo.

**Zona substancialista** caracterizada por atribuir características macroscópicas as propriedades das partículas.

**Zona Clássica** caracterizada pela eleição do átomo como unidade básica constituinte da matéria com ênfase na conservação das massas após as transformações químicas.

**Zona Quântica** aplica noções de mecânica quântica na descrição do comportamento atômico. Noções como orbitas estacionárias, transições eletrônicas e dualidade do elétron. Esta zona pertence a uma categoria ontológica diferente.

**Esquema conceitual científico sobre o objeto de estudos da UDM**  
(mapa conceitual)



**Referências**

ATKINS, J; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio-ambiente**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007, p.116-118.  
BEGO. A. M. (Org.). **Ciências da Natureza: Química**. 2.ed., São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>BLANCO, G. S.; PÉREZ, M. V. V. Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. <b>Enseñanza de las ciencias</b>, v. 11, n. 1, p. 33-44, 1993.</p> <p>BRADY, J.E; HUMINSTON, G.E. <b>Química Geral</b>: Volume 1. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2002. p. 65-73. (BRADY; HUMINSTON, 2002)</p> <p>BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <a href="http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf">http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf</a>. Acesso em: 02 set 2020</p> <p>KOTZ, J.C; TREICHEL JR, P.M.T. Química Geral 1 e Reações Químicas. 1.ed. São Paulo: Cengage Learning. 2005. P.</p> <p>LOPES, R.O. <b>A evolução do perfil conceitual de átomo por meio de atividades experimentais espectroscópicas</b>. 2017. 153 f. Dissertação (Pós-Graduação de Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.</p> <p>MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. BNCC: Ensino Médio. Brasil, 2017.</p> <p>MORTIMER, Eduardo Fleury; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. <b>Evolução do atomismo em sala de aula: mudança de perfis conceituais</b>. 1994.Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.</p> <p>NEVES, L.S das; FARIAS, R.B. de. <b>História da Química</b>: Um Livro Texto para a Graduação. 2. ed. Campinas: Ed. Átomo, 2011, p. 70-72.</p> <p>OLIVEIRA, O.A. de; FERNANDES, J. D. G. <b>Evolução dos modelos atômicos de Leucipo a Rutherford</b>. 1.ed. Natal: EDUFRN – Editora da UFRN.2006.</p> <p>ROZENBERG, I. M. <b>Química Geral</b>. São Paulo: Edgard Blucher: Instituto Mauá de Tecnologia. 2002.</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| ANÁLISE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos da UDM</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Crença que o modelo atômico é descoberto (MELO, 2002; MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Prevalência do modelo atômico de Dalton em relação aos demais modelos atômicos (MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Acredita que a cor de fogos de artifício é resultante dos corantes presentes no material combustível (MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Crença que o átomo é uma entidade concreta, ou seja, real e palpável e não um modelo construído por meio do processo científico com limitações impostas pelo fenômeno estudado (MELO; NETO, 2013);</li> <li>✓ Não aceitação do modelo particulado que compromete a aprendizagem de conceitos como solubilidade, mudanças de estado físico da matéria entre outros conceitos e suas entidades constituintes (MELO, 2002);</li> <li>✓ Existe uma limitação objetiva na capacidade dos alunos ao iniciarem o estudo da química em reconhecerem, em nível microscópico (FRANÇA; MARCONDES; CARMO; 2009);</li> <li>✓ Manutenção da ideia de indivisibilidade do átomo (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009);</li> </ul> |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Crença que os elétrons não podem serem separados do átomo (FRANÇA; MARCONDES; CARMO; 2009);</li> <li>✓ O átomo muitas vezes é tido como a menor parte constituinte da matéria, mas às vezes, julgam que poderia ser a célula (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009);</li> <li>✓ Dificuldades em desenhar as estruturas atômicas com suas respectivas partes (FRANÇA; MARCONDES; CARMO, 2009).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Obstáculos epistemológicos relacionados ao conteúdo da UDM</b> | <p>Os obstáculos epistemológicos presentes no ensino de conteúdos de Modelos Atômicos são frequentemente os de o Obstáculo Realista e o Obstáculo Verbal (REIS; KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> <p>O Obstáculo Realista assume como real ou concreto um modelo abstrato. Por isso, tal obstáculo tenha maior importância ao estudar os modelos atômicos, os quais são atividades abstratas obtidas por modelagem. Por isso, é comum concepções de átomo como pequeno e indivisível percebida pelo uso das seguintes palavras: pequeno, partícula. Esfera, maciço e indivisível. Muitas representações caracterizavam o átomo como uma bolinha (REIS; KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> <p>Segundo Reis, Kiouranis e Silveira (2010), o obstáculo verbal é evidenciado pelo uso de uma analogia como forma de explicação a um conceito em detrimento a explicações teóricas e racionais. Por isso, é necessário o cuidado do professor-autor no uso de analogias no Ensino de Modelos Atômicos no Ensino Fundamental em Modelagem, pois o uso de analogias indiscriminadamente concretiza ideias errôneas, que uma vez cristalizados na mente os educandos torna difícil sua modificação. Note que, as analogias criam uma imagem mais forte que conceito ensinado. Distorções que afastam o aluno do conceito original, pois as imagens pintadas analogicamente não são tão passageiras quanto deveriam e formam imagens mentais duradouras. Além das analogias tirarem a autonomia discente da elaboração de formas de pensar o objeto de estudo (MELO, 2002; REIS; KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> <p>Ainda segundo Melo e Neto (2013), destaca que “O perigo da utilização de analogias para a assimilação de um modelo abstrato é que o aluno tende a raciocinar em termos macroscópicos podendo levar essa analogia longe demais”. Esse problema é oriundo da incapacidade dos discentes em efetuarem a transição do macroscópico para o micro com consequentes incorreções nas relações analógicas quando os limites da analogia não são bem definidos devido à dificuldade de migração entre o mundo macroscópico e microscópico. Fato que podem ocasionar novas concepções alternativas.</p> <p>Muitas vezes o uso de analogias permite que o aluno transporte a abstração do nível submicroscópico para o nível macroscópico com estabelecimento de relações conceituais errôneas. Por isso, é preferível o não uso de analogias como estratégia de ensino e sim a priorização do conceito através de estratégias que tornem o abstrato visível. Por isso, é interessante o emprego de técnicas de ensino baseada em modelagem para o estudo de modelos atômicos (MELO, 2002; REIS; KIOURANI; SILVEIRA, 2010).</p> |



|                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM</b></p> | <p>Primeira implicação é a orientação dos alunos em relação à abordagem metodológica fundamentada em modelagem. Por isso, é interessante uma aula introdutória ao estudo de modelagem, que envolva uma prática experimental de ensino fundamento em modelagem. Isto permitirá aos alunos uma primeira vivência das práticas de modelagem.</p> <p>As implicações para o Ensino de Conteúdos da UDM -Vamos Modelar é que o Ensino de Modelos Atômicos tem como principal problema a tentação docente de simplificação do assunto em discussão. É notório o uso de analogias com tal intuito, segundo Bachelard tal prática gera imagens mentais fortes e difíceis de serem abandonadas, o que também diminui a autonomia discente na criação de seus modelos mentais (MELO; NETO, 2013). Autonomia na forma de pensar é importante no desenvolvimento de atividades baseadas em modelagem, pois permite ao educando a elaboração de modelos mentais diversos que permitem a diversidade de ideias e uma aprendizagem dialética mais rica em contextos.</p> <p>O uso de palavras como “descoberta” ao referir a modelos atômicos também deve ser evitada, afinal, reforça que o modelo não é uma criação, mas algo que preexistia esperando alguém descobri-lo (MELO; NETO, 2013). Destaca-se a necessidade da proposição de práticas experimentais associadas a estratégias de Modelagem que possibilite a discussão do Modelo Atômico de Bohr em relação à coloração as substâncias e as diferentes cores apresentadas pelos fogos de artifícios. Com intuito de evitar correlação errônea entre coloração da substância e cor da chama, mas sim relaciona as transições eletrônicas do metal estudado (MELO; NETO, 2013). Isto permite ao aluno acesso ao primeiro modelo de átomo quantizado.</p> <p>Segundo Justi (2008), o professor deve estar ciente que seu papel está relacionado a criação de ricos contextos de aplicação do estudo de Modelos Atômicos e promoção de testes e questionamentos dos modelos, ou seja, o professor precisa desenvolver na sala de aula um ambiente que busque a constante dialética dos estudantes em relação aos objetos modelados. Uma tarefa hercúlea.</p> |
| <p><b>Referências</b></p>                                              | <p>BARROS, M.A.S. Obstáculos epistemológicos: O conceito de quantização de energia nos livros didáticos de química do ensino médio. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 15., 2010, Brasília.</p> <p>CARMO, M. P. Do; MARCONDES, M. E. R. Abordando as soluções em sala de aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. <b>Química Nova na Escola</b>. v. 28, p.37-41, mai. 2008. Disponível em: &lt;<a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf</a>&gt;. Acesso em: 15 out. 2018.</p> <p>FRANÇA, A. C. G.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Estrutura Atômica e Formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do ensino médio. <b>Química Nova na Escola</b>, v. 31, n. 4, p. 275 – 282, 2009.</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>MELLO, M.R. <b>Estrutura atômica e ligações químicas: uma abordagem para o Ensino Médio</b>. 2002. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Química, Universidade de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: &lt;<a href="http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_064653a702e13833f7d5411ef7d5e906">http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_064653a702e13833f7d5411ef7d5e906</a>&gt;. Acesso em: 17 nov. 2018.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| REIS, J.M.C. dos; KIOURANIS, N.M.M; SILVEIRA, M.P. Conceito de átomo: obstáculos epistemológicos e o processo de ensino e aprendizagem. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia, p.1-8. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### ABORDAGEM METODOLÓGICA

**Princípios teórico-metodológicos da abordagem escolhida**  
(teoria psicológica, teoria pedagógica, visão de ciência, função do sistema educacional e forma de condução do ensino - funções que professor e aluno desempenham no processo de ensino e aprendizagem)

A metodologia empregada é o Ensino baseado em Modelagem. Quando se aborda o conhecimento químico percebe-se seu caráter abstrato, o que torna necessário o emprego de modelos. Estes são compreendidos como representação parcial de uma entidade, que é elaborada com fins específicos e sujeitos a alterações. Os modelos são representações parciais, por isso, não são cópias fieis da realidade ou a mesma e, principalmente tem limitações (JUSTI, 2010). Os modelos são classificados em: modelo mental quando elaborado individualmente no campo cognitivo; modelo expresso quando o modelo mental toma forma simbólica para sua expressão; modelo consensual quando um grupo mostra concordância com o modelo expresso; modelo científico quando o modelo científico mostra relevância científica e passa por maior nível de aceitação. Segundo Justi (2010), os modelos têm como objetivos facilitar o pensar sobre as entidades complexas, sua expressão e comunicação; criar bases conceituais para proposição e interpretação de experimentos. Além de mediação da realidade modelada e as teorias. Outra característica interessante dos modelos é não serem imutáveis. Estes são passíveis de alterações mediante a alteração do conhecimento do mundo real, percepção de limitações do modelo e surgimento de novas formas de representação (JUSTI, 2010). A modelagem é uma atividade processual que envolve a elaboração, expressão e testes dos modelos por meio da reelaboração dos modelos percebidas suas limitações. Segundo Justi (2010), a atividade de modelagem é “um processo unidirecional, pois ao modelar algo o indivíduo interpreta, conceitua e integra elementos que permitem o estudo de uma determinada entidade (objeto, processo, ideia) e teste de representações para tais elementos”. O trabalho com Modelagem é importante forma de engajamento ativo dos estudantes no seu processo de aprendizagem através da vivência de todas as etapas envolvidas na elaboração de modelos (JUSTI, 2010). Isto ocorre por elaboração de seus próprios modelos, autoavaliação e avaliação dos modelos empregados no Ensino de Ciências. Segundo Justi e Gilbert (2002), a modelagem leva os alunos a compreender o processo de modelar e seu papel na construção do conhecimento científico. Justi (2006, p.178) ressalta que à modelagem se concebe quando os alunos aprendem a dar sentido aos fatos que observam construindo modelos. O ensino baseado em Modelagem beneficia os alunos aprendizagem significativa de conteúdos envolvidos com ausência das concepções alternativas ou dificuldades específicas relatadas na aprendizagem dos temas estudados;

desenvolvimento das habilidades investigativas relacionadas ao processo de modelagem e percepção das limitações que os modelos possuem (MAIA; JUSTI; 2009); desenvolvimento de habilidades de visualização e resolução de novos problemas por meio da abordagem baseada em modelos (Gilbert, Justi, 2009 apud Queiroz, 2009), (GILBERT, 2008).

O trabalho com diversas atividades de modelagem tende a promover o progresso do desempenho dos alunos em relação às habilidades envolvidas em modelagem, em especial quando eles refletem sobre suas ações (estruturando e/ou sistematizando um plano de ações para integrar ideias e produzir um modelo); tentando adequar os conhecimentos e experiências prévias a novas situações) e/ou sobre a natureza dos modelos (reconhecendo que esses possuem limitações). O envolvimento dos estudantes em atividades de modelagem contribui, ainda, para que esses elaborem seus próprios modelos sobre o processo de modelagem, promovendo uma sistematização do mesmo ao longo de suas ações, o que pode ser útil em situações inéditas

Segundo Ferreira e Justi (2008), ao “Professor cabe o papel de atuar como guia para a criação de ricos contextos de aplicação e testes destes por meio de questionamentos e informações sobre eles e os sistemas modelados”. Para tal Justi (2006), propõe as seguintes etapas para a elaboração de modelos pelos alunos:

Primeira Etapa é a definição dos objetivos para a construção do modelo. É necessário propiciar aos indivíduos informações por meios diversos para a elaboração de um modelo mental, o qual ocorre por organização das informações e experiências por meio de origem adequada ou criatividade e raciocínio do educando.

Segunda etapa é consequência direta do modelo mental. Trata-se de representar e socializar o modelo mental elaborado pelo discente através da definição da forma de representação do modelo mental e socialização do modelo perante o grupo ou classe.

Terceira etapa consiste em testar e reformular no grupo o modelo testado por meio de experimentos mentais ou experimentos empíricos. Caso observada incoerências no modelo busca a reformulação do modelo expresso. Isto é possível por meio de retomadas das etapas anteriores ou por rejeição completa do modelo proposto inicialmente e, portanto, busca a proposição de um novo modelo.

Quarta etapa caracterizada pela socialização e revisão pelos pares do modelo elaborado. Nesta etapa se o modelo expresso tem sucesso na fase de testes com o cumprimento dos propósitos estabelecidos na primeira etapa, o modelo pode ser socializado e submetido a revisão pelos pares para constatação ou não de sua validade e consequente levantamento das suas abrangências e limitações.

Observe que o desenvolvimento de atividades de modelagem com o aluno propicia o fazer científico em todas as suas etapas. Desde a etapa de elaboração do modelo até a socialização e revisão pelos pares. O Fazer Científico em prática na Escola possibilita o desenvolvimento de habilidades e competências típicas do meio científico. Afinal, os alunos aprendem sobre o significado de modelos, como ocorre seu desenvolvimento e passam por etapas de construção de modelos mentais para melhor compreensão dos modelos conceituais ensinados nas escolas (JUSTI, 2006).

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | Tudo embalado no mais puro fazer científico caracterizado pela observação, experimentação, oposição de hipóteses, socialização dos modelos elaborados e validação pelos pares através de validação argumentativa dos estudantes (JUSTI, 2006).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Referências</b> | <p>JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. <b>Enseñanza de las Ciencias</b>, v. 2, n. 24, p. 173 - 184, 2006.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Unijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap. 8, p.209 - 230.</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. n. 28, p. 32 - 36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>GILBERT, J.K., JUSTI, R., QUIEROZ, A.S. The use a Modelo f Modelling to develop visualization during the learnig of ionic bonding. In: International Conference of The European Science Education Research Association, Istanbul, Turkey, 2009. Apud</p> <p>MAIA, P.F; JUSTI, R. Contribuições de atividades de modelagem para o desenvolvimento de habilidades de investigação. <i>In</i>: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 7., Florianópolis, 2009. Direta</p> <p>MAIA, P.F.; JUSTI, R. Learning of Chemical Equilibrium through Modelling-Based Teaching. <b>International Journal of Chemical Education</b>, London, 31, 5, 603-630, 2009b. apud</p> <p>TRUJILLO, C.H.Z. <b>O conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) do Professor de Química e seu desenvolvimento a partir da reflexão sobre os modelos de ligação química e sua Modelagem</b>. 2016. 288 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.</p> |

| <b>TÍTULO, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS</b> |                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da UDM</b>                                            | <b>Vamos modelar!</b>                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Objetivos previstos em Orientações Curriculares Oficiais</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classificação e estabelecimento de critérios;</li> <li>• Controle de variáveis;</li> <li>• Elaboração de modelo explicativo;</li> <li>• Ideias de Thomson, Rutherford e Bohr para o átomo.</li> </ul> |
| <b>Objetivo da UDM</b>                                          | Aplicar técnicas de Modelagem no estudo de Modelos Atômicos, implementando atividades de modelagem para melhor compreensão das características, abrangências e limitações e aplicações de cada um dos modelos atômicos.                        |

| <b>Sequência Didática</b>                       | <b>Objetivo da SD</b>                                                                                                                                                                  | <b>Conteúdo Programático</b>                                                                                                                                                        | <b>Tempo Aproximado (em aulas)</b> |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Modelos e modelagem nas Ciências</b>         | Aplicar a abordagem metodológica do ensino fundamentado em modelagem numa situação problema, executando uma atividade de modelagem nas suas diversas etapas.                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos e modelagem nas Ciências</li> </ul>                                                                                                  | 1                                  |
| <b>Oh Dalton! Foste longe demais!</b>           | Lembrar do modelo atômico de Dalton, reconhecendo suas características e abrangências.                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo Atômico de Dalton</li> </ul>                                                                                                          | 1                                  |
| <b>Thomson: Foste injustiçado pelos livros!</b> | Analisar o Modelo Atômico de Thomson, concluindo sobre as limitações do modelo de Dalton e as características e abrangências do modelo de Thomson.                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fenômenos elétricos da matéria</li> <li>Modelo Atômico de Thomson</li> </ul>                                                                 | 2                                  |
| <b>Rutherford: Foste habilidoso!</b>            | Analisar o Modelo Atômico de Rutherford, concluindo sobre as limitações do modelo de Thomson e as características e abrangências do modelo de Rutherford.                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Emissões de partículas alfa</li> <li>Experimento de espalhamento das partículas alfa</li> <li>Modelo atômico de Thomson</li> </ul>           | 2                                  |
| <b>Bohr: o começo de tudo!</b>                  | Analisar o Modelo Atômico de Bohr, concluindo sobre as limitações do modelo de Rutherford e as características e abrangências do modelo de Bohr.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Espectroscopia para identificação de materiais</li> <li>Experimento do teste de chama</li> <li>Modelo Atômico de Bohr</li> </ul>             | 2                                  |
| <b>Tempestade de modelos</b>                    | Analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas; organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciado a abrangência de cada um dos modelos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo Atômico de Dalton</li> <li>Modelo Atômico de Thomson</li> <li>Modelo Atômico de Rutherford</li> <li>Modelo Atômico de Bohr</li> </ul> | 1                                  |
| <b>Vamos nos testar!</b>                        | Avaliar a aprendizagem dos diversos modelos atômicos estudados, checando os                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo atômico de Dalton</li> <li>Modelo atômico de Thomson</li> <li>Modelo atômico de Rutherford</li> <li>Modelo atômico de Bohr</li> </ul> | 1                                  |

|  |                                                                       |  |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | conhecimentos dos alunos por meio de avaliação tradicional e digital. |  |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------|--|--|

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                              |                                            |                                                                           |                                                                |                                                               |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Título da SD                                                     | Modelos e modelagem nas Ciências                                                                                                                             |                                            |                                                                           |                                                                |                                                               |
| Objetivo da SD                                                   | Aplicar a abordagem metodológica do ensino fundamentado em modelagem numa situação problema, executando uma atividade de modelagem nas suas diversas etapas. |                                            |                                                                           |                                                                |                                                               |
| Estratégias de Avaliação                                         | - Envolvimento dos alunos na atividade de modelagem denominada “Caixa misteriosa”; argumentação escrita e oral quanto aos materiais presentes nas caixas.    |                                            |                                                                           |                                                                |                                                               |
| Dia/Aula                                                         | Estratégia Didática                                                                                                                                          | Conteúdos de ensino                        | Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula            | Recursos Didáticos                                             | Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação           |
| 1ªAula                                                           | • Aula prática                                                                                                                                               | • Modelos e modelagem constroem a Química. | • 1 aula: tempo real de quarenta minutos.                                 | • Material de aprendizagem para desenvolvimento das atividades | • Exposição da hipótese do material que se encontra na caixa. |
|                                                                  |                                                                                                                                                              |                                            | • Carteiras dispostas em fileiras.                                        |                                                                |                                                               |
|                                                                  |                                                                                                                                                              |                                            | • Levantamento das concepções prévias dos alunos quanto a palavra modelo. |                                                                |                                                               |
|                                                                  |                                                                                                                                                              |                                            | • Carteiras formando grupos com cinco componentes no máximo.              | • 8 caixas misteriosas                                         |                                                               |
|                                                                  |                                                                                                                                                              |                                            | • Atividade da “Caixa Misteriosa”.                                        |                                                                |                                                               |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Referências</b> | <p>ALVES, D.P. Formação continuada para professores de Ciências nas séries iniciais: uso de modelos e modelagem para introdução de conceitos químicos. 2012. 225 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília.</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>             | <b>Oh Dalton! Foste longe demais!</b>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |
| <b>Objetivo da SD</b>           | Lembrar do modelo atômico de Dalton, reconhecendo suas características e abrangências.                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |
| <b>Estratégias de Avaliação</b> | -Observação dos alunos na aula expositivo dialogada; análise das respostas dos alunos aos diversos questionamentos presentes no material de aprendizagem.                                                                                                                 |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |
| <b>Dia/Aula</b>                 | <b>Estratégia Didática</b>                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Conteúdos de ensino</b>                                                                              | <b>Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula</b>                                                                                                                                   | <b>Recursos Didáticos</b>                                                                                                                  | <b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b>                                                                                                                             |
| 1ªAula                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aula expositivo dialogada</li> </ul>                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos e modelagem</li> <li>Modelo Atômico de Dalton</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>1 aula: tempo real de quarenta minutos</li> <li>Aula multimídia desenvolvida para o modelo atômico de Dalton</li> <li>Carteiras dispostas em fileiras</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Projeto multimídia</li> <li>Material de aprendizagem para desenvolvimento das atividades</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise das respostas dos alunos no material de aprendizagem.</li> <li>Análise das respostas dos alunos no material de aprendizagem.</li> </ul> |
| <b>Referências</b>              | <p>ALVES, D.P. Formação continuada para professores de Ciências nas séries iniciais: uso de modelos e modelagem para introdução de conceitos químicos. 2012. 225 f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília.</p> |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                        |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> <p>2. ROZENBERG, I. M. <b>Química Geral</b>. São Paulo: Edgard Blucher: Instituto Mauá de Tecnologia. 2002.</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

| Título da SD             | Thomson: Foste injustiçado pelos livros!                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                           |                                                                              |                                                                                                         |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Objetivo da SD           | Analisar o Modelo Atômico de Thomson, concluindo sobre as limitações do modelo de Dalton e as características e abrangências do modelo de Thomson.                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                           |                                                                              |                                                                                                         |
| Estratégias de Avaliação | Análise das proposições propostas em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e observação dos alunos na atividade de modelagem como um todo. |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                           |                                                                              |                                                                                                         |
| Dia/Aula                 | Estratégia Didática                                                                                                                                                                                                                    | Conteúdos de ensino                                                                                                                                                                                                                                                                       | Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula            | Recursos Didáticos                                                           | Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação                                                     |
| 1ª                       | ● Aula expositivo dialogada                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Fenômenos elétricos da matéria;</li> <li>● Ampola de Crookes;</li> <li>● Raios Catódicos;</li> <li>● Elétrons;</li> <li>● Relação massa/carga elétron;</li> <li>● Raio Canais ou raios positivos;</li> <li>● Neutralidade da matéria.</li> </ul> | ● Primeira aula: tempo real de quarenta minutos.                          | ● Quadro branco.                                                             | ● Análise das respostas dos alunos no material de aprendizagem elaborado para o desenvolvimento da UDM. |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ● Carteiras enfileiradas no início da aula                                | ● Projetor multimídia.                                                       |                                                                                                         |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ● Apresentação dos objetivos específicos.                                 | ● Material de aprendizagem desenvolvido para desenvolvimento das atividades. | ● Experimentação mental do modelo.                                                                      |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ● Montagem dos grupos com 5 componentes no máximo/ elaboração de modelos. |                                                                              |                                                                                                         |



|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |                                                                                                                |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboração dos modelos.</li></ul>                                                                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos (lápiz de cor, lápis, caneta e papel).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Observação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo.</li></ul> |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Teste e reelaboração dos modelos.</li></ul>                                                      |                                                                                                                                            |                                                                                                                |
| 2ª          | • Aula expositivo dialogada                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Segunda aula: tempo real de quarenta minutos</li></ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Lousa e projetor multimídia.</li></ul>                                                             | • Análise da apresentação do grupo na etapa de socialização.                                                   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Socialização dos modelos produzidos por cada grupo com auxílio do projetor multimídia.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Apostila desenvolvida para aplicação das atividades</li></ul>                                      |                                                                                                                |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Questionamento pelos pares dos modelos produzidos.</li></ul>                                     | • Material para elaboração dos modelos pelos alunos (lápiz de cor, lápis, caneta e papel).                                                 | • Análise do material produzido pelos alunos no final da sequência didática.                                   |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Eleição pelos alunos do melhor modelo a representar o átomo de Thomson.</li></ul>                |                                                                                                                                            |                                                                                                                |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Apresentação do modelo de Thomson aceito oficialmente.</li></ul>                                 |                                                                                                                                            |                                                                                                                |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |                                                                                                                |
| Referências | ATKINS, J; JONES, L. <b>Princípios de Química</b> : Questionando a vida moderna e o meio-ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007, p.116-118.<br>BRADY, J.E; HUMINSTON, G.E. <b>Química Geral</b> : Volume 1. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2002. p. 65-73. (BRADY; HUMINSTON, 2002)<br>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b> . nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a> . Acesso em: 14out. 2018.<br>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b> . Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.<br>3. ROZENBERG, I. M. <b>Ouímica Geral</b> . São Paulo: Edgard Blucher: Instituto Mauá de Tecnologia. 2002. |  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |                                                                                                                |

### SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

|              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| Título da SD | Rutherford: Foste Habilidoso! |
|--------------|-------------------------------|

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objetivo da SD</b>           | Analisar o Modelo Atômico de Rutherford, concluindo sobre as limitações do modelo de Thomson e as características e abrangências do modelo de Rutherford.                                                                               |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                    |
| <b>Estratégias de Avaliação</b> | Análise da produção dos alunos durante as atividades de ensino fundamentado em modelagem; observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e participação dos alunos na atividade de modelagem como um todo. |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                    |
| <b>Dia/Aula</b>                 | <b>Estratégia Didática</b>                                                                                                                                                                                                              | <b>Conteúdos de ensino</b>                                                                                                                                                                                           | <b>Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula</b>                                                                                                            | <b>Recursos Didáticos</b>                                                                                                                              | <b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b>                                                                                                         |
| 1ª                              | ● Aula expositivo dialogada                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Emissão de partículas alfa;</li> <li>● Espalhamento das partículas alfa;</li> <li>● Falha do modelo atômico de Thomson;</li> <li>● Modelo Atômico de Rutherford.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Primeira aula: tempo real de quarenta minutos.</li> </ul>                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lousa e Projetor Multimídia</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Análise dos modelos produzidos pelos alunos das etapas “Vamos testar!”, “Tá de acordo!” e “Vamos reelaborar!”.</li> </ul> |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em cinco sempre uma de frente para a outra.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Material de aprendizagem desenvolvido para a sequência didática.</li> </ul>                                   |                                                                                                                                                                    |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aula multimídia do experimento do espalhamento das partículas alfa.</li> </ul>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis e outros instrumentos de desenho).</li> </ul> |                                                                                                                                                                    |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Elaboração de modelos.</li> </ul>                                                                                                       |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                    |
| 2ª                              | ● Aula expositivo dialogada                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Teste e reelaboração dos modelos.</li> </ul>                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lousa e projetor multimídia</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Análise dos modelos apresentados durante a etapa de socialização.</li> </ul>                                              |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Segunda aula: tempo rel de quarenta minutos.</li> </ul>                                                                                 |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                    |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Socialização dos modelos produzidos pelos</li> </ul>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Material de aprendizagem</li> </ul>                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Observação dos questionamentos promovidos pelos</li> </ul>                                                                |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        |                                                                                                                    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | alunos com auxílio do projetor multimídia.                                                                                      | desenvolvido para a sequência didática.                                                                                                                | alunos durante a socialização.                                                                                     |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionamento pelos alunos dos modelos apresentados pelos diversos grupos.</li> </ul> |                                                                                                                                                        |                                                                                                                    |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eleição pelos alunos do melhor modelo a representar o átomo de Rutherford.</li> </ul>  |                                                                                                                                                        |                                                                                                                    |
|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação pelo professor do modelo atômico de Rutherford.</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel, lápis e outros instrumentos de desenho).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reelaboração das ideias dos alunos ao término da socialização.</li> </ul> |
| <b>Referências</b> | <p>ATKINS, J; JONES, L. <b>Princípios de Química</b>: Questionando a vida moderna e o meio-ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007, p.116-118.</p> <p>BRADY, J.E; HUMINSTON, G.E. <b>Química Geral</b>: Volume 1. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2002. p. 65-73. (BRADY; HUMINSTON, 2002)</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> <p>4. ROZENBERG, I. M. <b>Química Geral</b>. São Paulo: Edgard Blucher: Instituto Mauá de Tecnologia. 2002.</p> |  |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        |                                                                                                                    |

| <b>SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO</b> |                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                                     | <b>Bohr: o começo de tudo!</b>                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Objetivo da SD</b>                                                   | Analisar o Modelo Atômico de Bohr, concluindo sobre as limitações do modelo de Rutherford e as características e abrangências do modelo de Bohr.                                                                                       |
| <b>Estratégias de Avaliação</b>                                         | Análise das proposições propostas em relação aos modelos dos alunos relatadas por escrito, observação dos modelos apresentados pelos alunos no momento da socialização e observação dos alunos na atividade de modelagem como um todo. |

| <b>Dia/Aula</b> | <b>Estratégia Didática</b>                                                                                              | <b>Conteúdos de ensino</b>                                                                                                                                                       | <b>Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula</b>                                                                                                                                                            | <b>Recursos Didáticos</b>                                                                                                     | <b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b>                                                                                       |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1ª              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Prática experimental demonstrativa</li> <li>Aula expositivo dialogada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Espectroscopia para identificação de elementos químicos</li> <li>Experimento do teste de chama</li> <li>Modelo Atômico de Bohr</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Primeira Aula:</b> tempo real de quarenta minutos.</li> </ul>                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lousa e projetor multimídia</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise das respostas dos alunos presentes na apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM</li> </ul> |
|                 |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Primeira aula: tempo real de 40 minutos.</li> <li>Carteiras enfileiradas no início da aula e na sequência das atividades agrupadas em cinco sempre uma de frente para a outra.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Material de aprendizagem desenvolvida para aplicação da sequência didática.</li> </ul> |                                                                                                                                                  |
|                 |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Experimento do teste de chama.</li> </ul>                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Materiais e reagentes para a realização dos experimentos</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise da experimentação mental do modelo dos alunos por meio da oralidade</li> </ul>                    |
|                 |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração dos modelos.</li> <li>Teste e reelaboração dos modelos.</li> </ul>                                                                                                             |                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |
|                 |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Segunda aula:</b> tempo real de quarenta minutos.</li> <li>Socialização dos modelos produzidos pelos alunos com auxílio do projetor multimídia.</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Material para elaboração dos modelos pelos alunos (papel e lápis de cor)</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Avaliação do envolvimento dos alunos na atividade em grupo</li> </ul>                                     |
|                 |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Questionamento pelos alunos dos modelos</li> </ul>                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lousa e projetor multimídia.</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise das respostas dos alunos</li> </ul>                                                               |
|                 |                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |
| 2ª              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aula expositivo dialogada</li> </ul>                                             |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                               |                                                                                                                                                  |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                                     |                                                                                                                                           |                                                                                                                     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | apresentados pelos diversos grupos.                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Material de aprendizagem desenvolvido para aplicação das atividades.</li> </ul>                    | presentes na apostila elaborada para o desenvolvimento da UDM                                                       |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleição pelos alunos do melhor modelo a representar o átomo de Rutherford.</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Material para elaboração dos modelos pelos alunos (lápiz, lápis de cor, caneta e papel.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Solicitar que cada grupo produza um texto justificando seu modelo</li> </ul> |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentação pelo professor do modelo atômicos de Rutherford aceito oficialmente.</li> </ul> |                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Socialização do modelo consensual elaborado pelo grupo</li> </ul>            |
| Referências | <p>ATKINS, J; JONES, L. <b>Princípios de Química</b>: Questionando a vida moderna e o meio-ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007, p.116-118.</p> <p>BRADY, J.E; HUMINSTON, G.E. <b>Química Geral</b>: Volume 1. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2002. p. 65-73. (BRADY; HUMINSTON, 2002)</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> |  |                                                                                                                                     |                                                                                                                                           |                                                                                                                     |

### SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

|                                 |                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>             | <b>Tempestade de modelos atômicos</b>                                                                                                                                                  |
| <b>Objetivo da SD</b>           | Analisar os diversos modelos atômicos como construções humanas; organizando as informações características de cada um dos modelos e diferenciado a abrangência de cada um dos modelos. |
| <b>Estratégias de Avaliação</b> | Análise da participação dos alunos do brainstorming, desempenho dos grupos no Quiz e avaliação escrita individual.                                                                     |

| Dia/Aula | Estratégia Didática  | Conteúdos de ensino                                                                                                         | Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula                                                                 | Recursos Didáticos                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação                                               |
|----------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1ª       | ● Tempesta de Ideias | ● Modelo Atômico de Dalton;<br>● Modelo Atômico de Thomson;<br>● Modelo Atômico de Rutherford;<br>● Modelo Atômico de Bohr. | ● Aula única: tempo real de quarenta minutos.                                                                                  | ● Projetor multimídia                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ● Análise do material de aprendizagem preenchido durante o desenvolvimento da sequência didática. |
|          |                      |                                                                                                                             | ● Carteiras dispostas enfileiradas no início da atividade.                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ● Envolvimento na atividade/ respostas corretas aos questionamentos propostos                     |
|          |                      |                                                                                                                             | ● Atividade voltada para a coleta de informações.                                                                              | ● Material de aprendizagem                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ● Envolvimento dos alunos nas atividades em grupo.                                                |
|          |                      |                                                                                                                             | ● Participação de toda a sala através de sugestões pelos alunos de informações acerca dos diversos modelos atômicos estudados. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ● Socialização das características, abrangências e limitações de cada modelos pelos grupos.       |
|          |                      |                                                                                                                             | ● Carteiras dispostas em grupos com até cinco componentes no máximo                                                            | ● Lousa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                   |
|          |                      |                                                                                                                             | ● Manutenção dos grupos das aulas teóricas.                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |
|          |                      |                                                                                                                             | Referências                                                                                                                    | ANTUNES, C. <b>Professores e professoras: Reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas</b> . 1ªed. Petrópolis: Editora Vozes, 2007. p.75-76.<br>ATKINS, J; JONES, L. <b>Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio-ambiente</b> . 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007. p.116-118. |                                                                                                   |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>BRADY, J.E; HUMINSTON, G.E. <b>Química Geral</b>: Volume 1. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2002. p. 65-73. (BRADY; HUMINSTON, 2002).</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                        |                                                                                      |                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD</b>                                              | <b>Vamos testar!</b>                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                        |                                                                                      |                                                                                                                                                   |
| <b>Objetivo da SD</b>                                            | Avaliar a aprendizagem dos diversos modelos atômicos estudados, checando os conhecimentos dos alunos por meio de avaliação tradicional e digital. |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                        |                                                                                      |                                                                                                                                                   |
| <b>Estratégias de Avaliação</b>                                  | Análise do desempenho dos alunos no Quiz como um todo e na avaliação escrita individual.                                                          |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                        |                                                                                      |                                                                                                                                                   |
| Dia/Aula                                                         | Estratégia Didática                                                                                                                               | Conteúdos de ensino                                                                                                                                                                     | Descrição das Atividades / Tempo / Organização da Sala de Aula                                         | Recursos Didáticos                                                                   | Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação                                                                                               |
| 1ª                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Quiz digital com a temática de modelos atômicos;</li> <li>Avaliação escrita tradicional.</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo Atômico de Dalton;</li> <li>Modelo Atômico de Thomson;</li> <li>Modelo Atômico de Rutherford;</li> <li>Modelo Atômico de Bohr.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Uma aula: tempo real de quarenta minutos.</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Projektor multimídia.</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise do material de aprendizagem preenchido durante o desenvolvimento da sequência didática.</li> </ul> |
|                                                                  |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>As duas atividades serão realizadas individualmente.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Celulares para realização do Quiz.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Observação dos alunos nas respostas aos questionamentos propostos.</li> </ul>                              |
|                                                                  |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sala do acesa.</li> </ul>                     |                                                                                                                                                   |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                |                                                                     |                                                                                                                        |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toda a sala participa por meio de sugestões de informações acerca dos diversos modelos atômicos estudados.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prova impressa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação da aprendizagem em grupos por meio da plataforma Kahoot.</li> </ul> |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teste dos conhecimentos por meio de Quiz em duplas ou quartetos (depende da disponibilidade de celulares).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prova impressa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação escrita de modelos atômicos.</li> </ul>                             |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação com questões de múltipla escolha e questões dissertativas.</li> </ul> |                                                                                                                                                                |                                                                     |                                                                                                                        |
| Referências | <p>ATKINS, J; JONES, L. Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio-ambiente. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007, p.116-118.</p> <p>BRADY, J.E; HUMINSTON, G.E. Química Geral: Volume 1. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2002. p. 65-73. (BRADY; HUMINSTON, 2002)</p> <p>FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. <b>Química Nova na Escola</b>. nº28, p.32-36, mai 2008. Disponível em: <a href="http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf">http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf</a>. Acesso em: 14out. 2018.</p> <p>JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.</p> <p>5. ROZENBERG, I. M. <b>Química Geral</b>. São Paulo: Edgard Blucher: Instituto Mauá de Tecnologia. 2002.</p> |                                                                                                                          |                                                                                                                                                                |                                                                     |                                                                                                                        |



## ANEXO E – MATERIAL DE APRENDIZAGEM

### Sequência Didática - Dalton, foste longe demais!

**Objetivo:** Avaliar o modelo atômico de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos.

#### Episódio 1

#### O que você sabe sobre modelos?

##### 1 – O que é modelo? *(espaço suprimido)*

**Atividade adaptada de** ALVES, D.P. Formação continuada para professores de Ciências nas séries iniciais: uso de modelos e modelagem para introdução de conceitos químicos. 2012. 224 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) —Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

#### Modelos e modelagem

O conhecimento químico tem caráter altamente abstrato, o que torna necessário o uso de modelos. Por modelo entende-se uma representação parcial de uma entidade elaborada por fins específicos e sujeitos a alterações. Enfatiza-se que os modelos são representações parciais, ou seja, não cópias da realidade ou a realidade e tem limitações (JUSTI, 2010).

Os modelos são classificados em:

- modelo mental quando elaborado individualmente no campo cognitivo;
- modelo expreso quanto o modelo mental toma forma simbólica para sua expressão;
- modelo consensual quando um grupo mostra concordância com o modelo expreso;
- modelo científico quando o modelo científico mostra relevância científica e passa por maior nível de aceitação.

Os modelos não são imutáveis e, por isso, são passíveis de alterações mediante a alteração do conhecimento do mundo real, os quais permitem a percepção de limitações do modelo vigente e o surgimento de uma nova representação (JUSTI, 2010).

Segundo Justi (2010), os modelos têm como objetivos facilitar o pensar sobre as entidades complexas, sua expressão e comunicação; criar bases conceituais para proposição e interpretação de experimentos. Além de mediação da realidade modelada e as teorias.

A modelagem é uma atividade processual que envolve a elaboração, expressão e testes dos modelos por meio da reelaboração dos modelos percebidas suas limitações.

### Vamos experimentar! Caixa fechada

#### Objetivos

- Vivenciar por meio de uma atividade prática o processo de modelagem como processo de construção de modelos na Ciência através da construção de modelos mentais;
- Favorecer a compreensão de alguns aspectos dos modelos tais como: limitações, abrangências e existência de mais de um modelo.

#### Procedimento

1. Monte seu grupo com 5 (cinco) componentes no máximo. Observe que, o grupo deverá ser o mesmo nas demais sequências didáticas da Unidade Didática Multiestratégica.

2. Retire sua caixa enumerada com o professor. Esta contém um objeto a ser identificado.

3. Aguarde os comandos do professor para o manuseio da caixa.

4. O questionamento é: O que há no interior da caixa?

5. Comando do professor.

6. Comando do professor.

7. Comando do professor.

8. Passado 20 (vinte) minutos, o grupo socializará suas conclusões sobre o conteúdo de cada uma das caixas. As caixas não deverão serem abertas nem no final da atividade.

**Experimento adaptado de** ALVES, D.P. Formação continuada para professores de Ciências nas séries iniciais: uso de modelos e modelagem para introdução de conceitos químicos. 2012. 224 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) —Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

| Evidências                | Hipóteses                 |
|---------------------------|---------------------------|
| <i>(espaço suprimido)</i> | <i>(espaço suprimido)</i> |

#### Sequência Didática - Dalton, foste longe demais!

**Objetivo:** Avaliar o modelo atômico de Dalton, criticando suas limitações e abrangências para compreensão de novos fenômenos.

#### Episódio 2

##### Dalton e a “redescoberta” da Teoria Atômica

A concepção atomista da matéria foi retomada no século XVII por Robert Boyle e Lémery que se utilizaram, especialmente dos escritos de Gassendi (1592-1655) em seus estudos. Contudo, seria John Dalton (1766-1844) o responsável pela aplicação, bem-sucedida, das ideias atomistas aos sistemas químicos, conseguindo personalizar grande parte dos conhecimentos então existentes.

Para a elaboração de seu modelo atômico Dalton partiu das Leis Ponderais. Por Lei, em Ciências, entende-se como afirmações gerais consequência da coleção de observações experimentais.

### **As leis ponderais e a teoria atômica de Dalton**

#### **Lei da Conservação das massas ou Lei de Lavoisier**

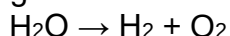
*“Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”*

Uma afirmação que deixa explícito que numa transformação química a massa de reagentes e produtos é sempre igual.

#### **Lei das proporções definidas ou Lei de Proust**

*“Uma determinada substância, qualquer que seja a sua origem, é sempre formada pelos mesmos elementos químicos, combinados na mesma proporção em massa.”*

Reagentes → Produtos



Vamos verificar as leis:

|                | Massa inicial da água(g) | Massa do hidrogênio(g) | Massa do oxigênio(g) |
|----------------|--------------------------|------------------------|----------------------|
| 1ª Experiência | 90                       | 10                     | 80                   |
| 2ª Experiência | 36                       | 4                      | 32                   |
| 3ª Experiência | 2,7                      | 0,3                    | 2,4                  |
| 4ª Experiência | 450                      | 50                     | 400                  |

#### **Lei das Proporções Múltiplas ou Lei de Dalton**

*“Quando dois elementos químicos formam vários compostos, fixando-se a massa de um dos elementos, as massas dos outros elementos variam numa proporção de números inteiros e, em geral, pequenos.”*

- a) 1,00 g de C combina-se com 1,33 g de O formando 2,33 g de produto.
- b) 1,00 g de C combina-se com 2,66 g de O formando 3,66 g de produto.

Mais do que simplesmente “reeditar” as ideias atomistas dos filósofos gregos, Dalton fez novas proposições, as quais quando aplicadas aos sistemas químicos, permitiam entender o que então se sabia sobre a estequiometria das reações químicas (Lei das Proporções Definidas e Lei das Proporções Múltiplas).

Com base nessas três leis, Dalton propôs sua teoria atômica que pode ser resumida nos três enunciados:

I. Todas as substâncias são constituídas de minúsculas partículas individuais, denominadas átomos.

II. As substâncias simples, ou elementos, são formadas de “átomos simples”, que são átomos isolados. Os “átomos isolados” são maciços e indivisíveis.

III. As substâncias compostas são formadas de “átomos compostos”, capazes de se decompor em “átomos simples” durante as reações químicas; a massa de um “átomo composto” é igual a soma das massas de todos os “átomos simples”

IV. Todos os átomos de uma mesma substância simples são idênticos na forma, no tamanho, nas massas e nas demais propriedades.

V. Átomos de substâncias diferentes possuem forma, tamanho, massa e propriedades diferentes.

VI. Átomos combinam-se de acordo com a regra da máxima simplicidade, ou seja, em proporções fixas e definidas, normalmente em números pequenos, por exemplo: 1:1; 2:1; 3:2, etc.

VII. Em reações químicas, os átomos não podem ser criados nem destruídos, são apenas combinados, separados e rearranjados.

**Texto adaptado de** NEVES, S. das N; FARIAS, R.B. de. **História da Química: um livro texto para a graduação**. 2ª.ed. revisada. Campinas: Editora Átomo, 2011. p.60-64; Bego. A. M. (Org.). **Ciências da Natureza: Química**. 2.ed., São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.

#### **Questões:**

1 – Quais postulados combinados explicam a Lei da Conservação das Massas ou Lei de Lavoisier? Justifique. *(espaço suprimido)*

2 – Quais postulados combinados ou não explicam a Lei das Proporções Definidas ou Lei de Proust? Justifique. *(espaço suprimido)*

3 – Quais postulados explicam a Lei das Proporções Múltiplas ou Lei de Dalton? Explique. Justifique. *(espaço suprimido)*

#### **Sequência Didática – Thomson, foste injustiçado pelos livros!**

**Objetivo:** Analisar o Modelo Atômico de Thomson, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.

#### **Episódio 3**

##### **Thomson, não é nota de rodapé!**

Thomson na maior parte dos livros aparece como nota de rodapé. Algo sem sentido devido à complexidade do trabalho desenvolvido por ele. Não vamos perder tempo. Vamos viajar por suas ideias.

#### **Desconstruindo**

Levantamento das informações experimentais que o modelo atômico de Dalton não é capaz de explicar. *(espaço suprimido)*

#### **Vamos pensar!**

Descreva como seria o átomo de Thomson com base no levantamento das informações experimentais. Justifique. *(espaço suprimido)*

### **Vamos expressar!**

Com base nas informações experimentais levantadas construa um primeiro Modelo para o Átomo de Thomson. Para auxiliá-lo na construção do modelo, vocês terão à sua disposição: lápis de cor e papel. *(espaço suprimido)*

### **Episódio 4**

#### **Vamos reelaborar!**

Agora com o Modelo construído vamos testar o Modelo. Com as informações iniciais levantadas efetue testes mentais para confirmação. Reflita com seu grupo. Os resultados são coerentes com os resultados experimentais levantados por Thomson? O que precisaria ser mudado? *(espaço suprimido)*

#### **Vamos socializar!**

Compartilhe os modelos com os demais alunos da sala de aula. Em relação aos modelos apresentados pelos demais grupos, você alteraria o seu modelo? Por que? *(espaço suprimido)*

#### **Vamos reelaborar!**

Com a socialização das mais diversas concepções de modelos atômicos proporcionadas pelos mais diversos grupos reflitam: O Modelo Atômico proposto por seu grupo para o Átomo de Thomson é coerente com as informações experimentais? Justifique. *(espaço suprimido)*

### **Rutherford, foste habilidoso.**

**Objetivo:** Analisar o Modelo Atômico de Rutherford, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.

### **Episódio 5**

#### **O modelo atômico de Rutherford: rompendo com paradigmas**

O Modelo Atômico de Thomson viveu pouco tempo. Afinal, Rutherford através de novas informações experimentais colocou o conhecimento vigente acerca da estrutura do átomo em xeque.

Levantamento de informações experimentais que Modelo Atômico de Thomson não é capaz de explicar. *(espaço suprimido)*

#### **Vamos pensar!**

Descreva como seria o átomo de Rutherford com base no levantamento das informações experimentais. Justifique. *(espaço suprimido)*

### **Vamos expressar!**

Com base nas informações experimentais levantadas construa um primeiro Modelo para o Átomo de Rutherford. Para auxiliá-lo na construção do você terá a sua disposição: lápis de cor e papel para a confecção do modelo. *(espaço suprimido)*

### **Episódio 6**

#### **Vamos reelaborar!**

Agora com o Modelo construído vamos testar o Modelo. Com as informações iniciais levantadas efetue testes mentais para confirmação. Reflita com seu grupo. Os resultados são coerentes com os resultados experimentais levantados por Rutherford? O que precisaria ser mudado? *(espaço suprimido)*

#### **Vamos socializar!**

Compartilhe os modelos com os demais alunos da sala de aula. Em relação aos modelos apresentados pelos demais grupos, você alteraria o seu modelo? Por que? *(espaço suprimido)*

#### **Vamos reelaborar!**

Com a socialização das mais diversas concepções de modelos atômicos proporcionadas pelos mais diversos grupos reflitam: O Modelo Atômico proposto por seu grupo para o Átomo de Rutherford é coerente com as informações experimentais? Justifique.

### **Sequência didática: Bohr: Não é o fim de tudo!**

**Objetivo:** Analisar o Modelo Atômico de Bohr, concluindo sobre as abrangências e limitações de seu modelo.

### **Episódio 7**

#### **Bohr, o postulante!**

O modelo atômico de Bohr foi uma resposta aos problemas do modelo de Rutherford em relação à Física Clássica e as novas informações experimentais.

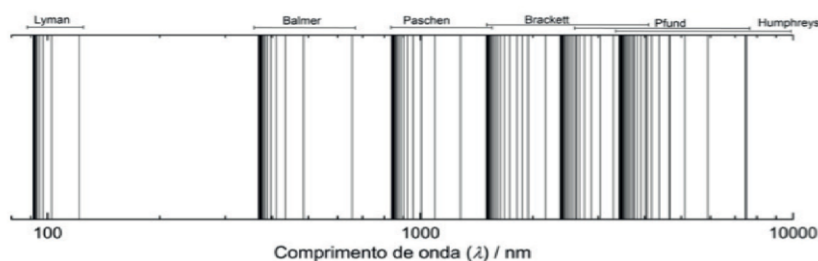
Vamos por partes. Primeiro abordaremos a falha do Modelo Atômico de Rutherford em relação a Física Clássica. Segundo da teoria de Maxwell uma carga elétrica em trajetória circular emitiria energia continuamente até o elétron se chocar com o núcleo. Afinal, elétrons e núcleo, dotados de cargas negativas e positivas, ou seja, cargas de sinais contrários se atraíram mutuamente. O elétron ao girar ao redor do núcleo teria uma trajetória espiralada descendente se aproximando cada vez mais do núcleo positivo e, por consequência, cairia neste, o que provocaria o colapso do átomo.

Para entender melhor tal fato, é necessária a compreensão que a energia de um elétron é dada por sua distância em relação ao núcleo. Quanto mais afastado do núcleo maior é a energia do elétron. Então, quanto o elétron é atraído pelo núcleo devidos as

forças de interação eletrostática, a sua distância diminui e, por consequência, a sua energia diminui, o que gera a liberação de energia na forma de radiação eletromagnética, ou seja, luz.

Outro problema seria o espectro de emissão do átomo de hidrogênio, era esperado que o espectro de emissão de radiação eletromagnética fosse contínuo. Porém, ao efetuar o estudo do átomo de hidrogênio se observou que o espectro de emissão de radiação era descontínuo. Segundo Rutherford, era esperado a continuidade do espectro e não sua descontinuidade. Não apenas para o hidrogênio, mas para os demais elementos químicos. Mais uma falha do modelo atômico de Rutherford.

Figura 1: Espectro de raios do átomo de Hidrogênio



Fonte: Bego (2016, p.78)

Outra falha do modelo atômico de Rutherford era não conseguir explicar o efeito fotoelétrico. A emissão de elétrons por uma superfície metálica quando existe a incidência de luz. A característica mais fascinante é que nem toda frequência de radiação eletromagnética era capaz de promover a ejeção de elétrons. Dependendo do comprimento de onda da luz era possível a ejeção dos elétrons.

A única explicação possível era a admissão que a energia luminosa (fóton) se subdividia em pequenas porções energéticas, as quais foram denominadas de quanta, ou seja, a incidência de uma energia específica provocaria a ejeção do elétron.

Com base nestas informações experimentais e teóricas, Bohr propôs um modelo teórico para o átomo de hidrogênio, que explica via postulados os diferentes comportamentos dos espectros do átomo de Hidrogênio e resolve o colapso do átomo de Hidrogênio. Os postulados afirmam que:

- Os elétrons percorrem órbitas circulares ao redor do núcleo; há uma quantidade limitada de órbitas permitidas, que se chamam camadas eletrônicas ou níveis de energia. Quanto mais afastada do núcleo estiver a camada ou o nível, maior será a energia do elétron localizado nela;

- Durante a translação nessas órbitas permitidas, os elétrons não perdem energia espontaneamente e se mantêm em uma órbita estável, condição conhecida como estado estacionário;
- Quando um elétron recebe energia suficiente do meio externo, ele se desloca para uma órbita mais distante do núcleo, que é mais energética que sua órbita original. Quando o elétron perde essa energia pré-adquirida, retorna para sua órbita original, dissipando a energia recebida na forma de energia térmica e/ou luminosa.



## Experimento

### Teste de chama

#### Materiais

- 1 vidro de relógio
- sulfato de cobre pentaidratado
- espátula de aço

**Coloca os postulados e ver como explicaria os dados experimentais para explicar os dados experimentais. Refazer a conexão. Ai os alunos construiriam o modelo de BOHR a partir dos postulados. Sem você dar os desenhos.**

#### Procedimento

1. No vidro de relógio, adicione aproximadamente 2,0g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Antes de prosseguir responda: Qual a cor do sulfato de cobre pentaidratado?

---

2. Na sequência, adicione 5mL de álcool etílico ao conteúdo do vidro de relógio.

3. Acenda e observe a chama. Anote possíveis alterações.

*(espaço suprimido)*

A cor do sulfato de cobre influi na coloração da chama? Explique.

*(espaço suprimido)*

Por que a chama muda de cor?

*(espaço suprimido)*

**Como os postulados proposto por BOHR explicam os diversos dados experimentais apontados e observados? Justifique.**

*(espaço suprimido)*

#### Vamos pensar!

Descreva como seria o átomo de Bohr com base no levantamento das informações experimentais. Justifique.

*(espaço suprimido)*

#### Vamos expressar!

Com base nas informações experimentais levantadas construa um primeiro Modelo para o Átomo de Bohr. Para auxiliá-lo na construção do você terá a sua disposição: lápis de cor e papel para a confecção do modelo.

### **Vamos reelaborar!**

Agora com o Modelo construído vamos testar o Modelo. Com as informações iniciais levantadas efetue testes mentais para confirmação. Reflita com seu grupo. Os resultados são coerentes com os resultados experimentais levantados por Bohr? Algo precisaria ser mudado? O que?

*(espaço suprimido)*

### **Vamos socializar!**

Compartilhe os modelos com os demais alunos da sala de aula. Em relação aos modelos apresentados pelos demais grupos, você alteraria o seu modelo? Por que?

*(espaço suprimido)*

### **Vamos reelaborar!**

Com a socialização das mais diversas concepções de modelos atômicos proporcionadas pelos mais diversos grupos reflitam: O Modelo Atômico proposto por seu grupo para o Átomo de Bohr é coerente com as informações experimentais? Justifique.

*(espaço suprimido)*

## **Episódio 9**

### **Objetivo:**

### **Tempestade de ideias de modelos atômicos**

Vamos levantar ideias!

Agora vamos nos reagrupar. Durante a Tempestade de Modelos, todos os alunos sugeriram as mais diversas características para cada modelo atômico. Agora vocês decidirão com seus grupos se as características atribuídas para o Modelo Atômico de Dalton, Modelo Atômico de Thomson, Modelo Atômico de Rutherford e Modelos Atômico de Bohr correspondem à realidade para cada um destes modelos atômicos estudados.

### **Colocando os conhecimentos à PROVA!!!**

*Desafio Kahoot*

### **Cenas pós-créditos**

**Vamos nos testar!!!**

**Nome completo:** \_\_\_\_\_ **nº** \_\_\_\_  
**2ºEM – Turma** \_\_\_\_

1 - (VUNESP 2012) - A Lei da Conservação da Massa, enunciada por Lavoisier em 1774, é uma das leis mais importantes das transformações químicas. Ela estabelece que,

durante uma transformação química, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos. Esta teoria pôde ser explicada, alguns anos mais tarde, pelo modelo atômico de Dalton. Entre as ideias de Dalton, a que oferece a explicação mais apropriada para a Lei da Conservação da Massa de Lavoisier é a de que:

- (A) Os átomos não são criados, destruídos ou convertidos em outros átomos durante uma transformação química.
- (B) Os átomos são constituídos por 3 partículas fundamentais: prótons, nêutrons e elétrons.
- (C) Todos os átomos de um mesmo elemento são idênticos em todos os aspectos de caracterização.
- (D) Um elétron em um átomo pode ter somente certas quantidades específicas de energia.

**2– (UFMG)** – Os diversos modelos para o átomo diferem quanto as duas potencialidades para explicar os fenômenos e resultados experimentais. Em todas as alternativas, o modelo atômico está corretamente associado a um resultado experimental que ele pode explicar, exceto em:

- a) O modelo de Rutherford explica porque algumas partículas alfa não conseguem atravessar uma lâmina metálica fina e sofrem fortes desvios.
- b) O modelo de Thomson explica porque a dissolução de cloreto de sódio em água produz uma solução condutora de eletricidade.
- c) O modelo de Dalton explica porque um gás, submetido a uma grande diferença de potencial elétrico, se torna condutor de eletricidade.
- d) O modelo de Dalton explica porque a proporção em massa dos elementos de um composto é definida.

Leia o texto abaixo para responder antes de responder à questão 3.

No interior do tubo da lâmpada fluorescente existem átomos de argônio e átomos de mercúrio. Quando a lâmpada está em funcionamento, os átomos de Ar ionizados chocam-se com os átomos de Hg. A cada choque, o átomo de Hg recebe determinada quantidade de energia que faz com que seus elétrons passem de um nível de energia para outro, afastando-se do núcleo. Ao retornar ao seu nível de origem, os elétrons do átomo de Hg emitem grande quantidade de energia na forma de radiação ultravioleta. Esses raios não são visíveis, porém eles excitam os elétrons do átomo de P presente na

lateral do tubo, que absorvem energia e emitem luz visível para o ambiente.

**3 - (G1 – IFSUL – 2016)** – O modelo atômico capaz de explicar o funcionamento da lâmpada fluorescente é

- a) Modelo de Dalton.
- b) Modelo de Thomson.
- c) Modelo de Rutherford.
- d) Modelo de Böhr.

**4 - (UFIF – PISM - 2016)** – Desde a Grécia antiga, filósofos e cientistas vêm levantando hipóteses sobre a constituição da matéria. Demócrito foi uns dos primeiros filósofos a propor que a matéria era constituída por partículas muito pequenas e indivisíveis, as quais chamaram de átomos. A partir de então, vários modelos atômicos foram formulados, à medida que novos e melhores métodos de investigação foram sendo desenvolvidos. A seguir, são apresentadas as representações gráficas de alguns modelos atômicos:



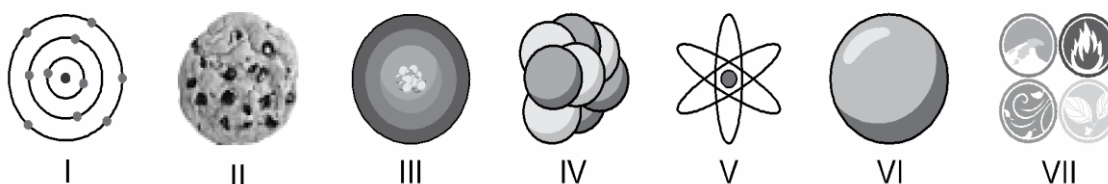
Assinale a alternativa que correlaciona o modelo atômico com a sua respectiva representação gráfica.

- a) I - Thomson, II - Dalton, III - Rutherford-Bohr.
- b) I - Rutherford-Bohr, II - Thomson, III - Dalton.
- c) I - Dalton, II - Rutherford-Bohr, III - Thomson.
- d) I - Dalton, II - Thomson, III - Rutherford-Bohr.
- e) I - Thomson, II - Rutherford-Bohr, III - Dalton.

**5 - (UNICID – MEDICINA – 2016)** – Ao tratar da evolução das ideias sobre a natureza dos átomos, um professor, apresentou as seguintes informações e figuras:

| Desenvolvimento histórico das principais ideias sobre a estrutura atômica |             |                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 400 a.C.                                                                  | Demócrito   | A matéria é indivisível e feita de átomos.                                                                                                                                      |
| 350 a.C.                                                                  | Aristóteles | A matéria é constituída por 4 elementos: água, ar, terra, fogo.                                                                                                                 |
| 1800                                                                      | Dalton      | Todo e qualquer tipo de matéria é formada por partículas indivisíveis, chamadas átomos.                                                                                         |
| 1900                                                                      | Thomson     | Os átomos dos elementos consistem em um número de corpúsculos eletricamente negativos englobados em uma esfera uniformemente positiva.                                          |
| 1910                                                                      | Rutherford  | O átomo é composto por um núcleo de carga elétrica positiva, equilibrado por elétrons (partículas negativas), que giram ao redor do núcleo, numa região denominada eletrosfera. |
| 1913                                                                      | Bohr        | A eletrosfera é dividida em órbitas circulares definidas; os elétrons só podem orbitar o núcleo em certas distâncias denominadas níveis.                                        |
| 1932                                                                      | Chadwick    | O núcleo atômico é também integrado por partículas sem carga elétrica, chamadas nêutrons.                                                                                       |

Modelos atômicos



(www.projectsharetexas.org. Adaptado.)

a) Complete o quadro abaixo indicando o número do modelo que mais se aproxima das ideias de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.

| Dalton | Thomson | Rutherford | Bohr |
|--------|---------|------------|------|
|        |         |            |      |

b) Considere a situação: uma solução aquosa de cloreto de bário e outra de cloreto de estrôncio são borrifadas em direção a uma chama, uma por vez, produzindo uma chama de coloração verde e outra de coloração vermelha, respectivamente. Como e a partir de que momento histórico as ideias sobre estrutura atômica explicam o resultado da situação descrita?

### Referências adicionais

ANTUNES, C. **Professores e professaurus: Reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas**. 1ªed. Petrópolis: Editora Vozes, 2007. p.75-76.

FARIAS, R. F. de; **Para gostar de ler a História da Química**. 1ªed. Campinas: Editora Átomo, 2007. p. 17-21.

JUSTI, R. Modelos e modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: Santos, W.L.P; Maldaner, O.A de (orgs). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Volume único. cap.8, p.209-230.

NERSESSIAN, N.J. Model-Based Reasoning in Conceptual Change. *In*: MAGNANI, L; NERSESSIAN, N.J., THAGARD, P. (Eds.). **Model-Based Reasoning in Scientific Discovery**. New York: Kluwer and Plenum Publishers. P.5-22, 1999.