

Universidade Estadual Paulista  
Instituto de Química de Araraquara

Natália da Silva Rios

UMA PROPOSTA DE UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA PARA DISCUTIR  
OS CONCEITOS DE MODELOS ATÔMICOS UTILIZANDO A ABORDAGEM  
METODOLÓGICA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Araraquara

2023

NATÁLIA DA SILVA RIOS

UMA PROPOSTA DE UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA PARA DISCUTIR  
OS CONCEITOS DE MODELOS ATÔMICOS UTILIZANDO A ABORDAGEM  
METODOLÓGICA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Instituto de Química de Araraquara, Universidade  
Estadual Paulista, como parte dos requisitos para  
obtenção do grau de Licenciado em Química

Orientador: Prof. Dr. Vagner Antonio Morales

Araraquara

2023

Rios, Natália da Silva

**R586p**

Uma proposta de Unidade Didática Multiestratégica para discutir os

conceitos de modelos atômicos utilizando a abordagem metodológica dos três  
momentos pedagógicos / Natália da Silva Rios. -- Araraquara, 2023

99 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Química) - Universidade  
Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química, Araraquara

Orientador: Vagner Antonio Morales

1. Planejamento educacional. 2. Didática. 3. Átomos - Modelos. 4.  
Estratégias de aprendizagem. 5. Ciências no Ensino Médio. I. Título.

Natália da Silva Rios

UMA PROPOSTA DE UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA PARA  
DISCUTIR OS CONCEITOS DE MODELOS ATÔMICOS UTILIZANDO A  
ABORDAGEM METODOLÓGICA DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a Universidade Estadual  
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” como  
parte dos requisitos para obtenção do  
título de Licenciada em Química

Araraquara, 29 de novembro de 2023

**Banca examinadora**

 Documento assinado digitalmente  
**VAGNER ANTONIO MORALLES**  
Data: 07/12/2023 09:50:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Vagner Antonio Moralles Instituto  
de Química/UNESP Araraquara

 Documento assinado digitalmente  
**MARCO AURELIO CEBIM**  
Data: 08/12/2023 10:46:55-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Marco Aurélio Cebim  
Instituto de Química/UNESP Araraquara

 Documento assinado digitalmente  
**DENIS RICARDO MARTINS DE GODOI**  
Data: 08/12/2023 15:30:17-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Denis Ricardo Martins de Godoi  
Instituto de Química/UNESP Araraquara

## **DADOS CURRICULARES**

### **IDENTIFICAÇÃO**

**Nome:** Natália da Silva Rios

**Nome em citações:** RIOS, N. S.

### **FORMAÇÃO ACADÊMICA/ TITULAÇÃO**

Graduação em Licenciatura em Química no Instituto de Química de Araraquara/SP da Universidade Estadual Paulista

Dedico este trabalho a meus pais, a meu irmão e meu noivo, com todo meu amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de expressar meus agradecimentos aos meus pais, Jailane e Josuel, por seu apoio contínuo e por estarem ao meu lado em todas as fases da minha vida, especialmente na jornada universitária.

Ao meu irmão, Vitor, meu agradecimento por ser minha fonte de força diária e por me incentivar a buscar sempre o melhor em mim.

Ao meu noivo, Leonardo, agradeço por me apoiar nos momentos difíceis e nos momentos de alegria.

Dedico e aproveito para expressar minha gratidão a toda minha família, que me apoiou e se encheu de orgulho a cada passo dado ao longo da graduação.

Aos meus colegas de graduação, Denise, Caroline e Tainan, minha profunda gratidão por estarem ao meu lado em cada etapa, oferecendo ajuda e confiando em mim.

Aos colegas de trabalho que me motivam diariamente e aumentam minha confiança a cada dia.

A todos os professores que cruzaram meu caminho, em especial aos que me acompanharam na graduação, quero expressar minha gratidão por contribuírem para minha formação. Um agradecimento especial ao meu orientador, Vagner Morales, por sua orientação, assistência e motivação durante essa jornada.

Ao Instituto de Química de Araraquara da Universidade Estadual Paulista, meus agradecimentos por proporcionar minha formação acadêmica.

Por fim, minha gratidão a Deus, que iluminou cada dia da minha vida, possibilitando que eu concluísse minha formação profissional.

*“O caminho do progresso não é rápido nem fácil”*  
**Marie Curie**

## RESUMO

O planejamento didático-pedagógico é de suma importância no processo de ensino e aprendizagem, pois auxilia o professor a evitar improvisações, orienta a avaliação e consecução dos objetivos de aprendizagem e posiciona o trabalho didático de sala de aula dentro de uma estrutura maior orientada por regulamentações oficiais negociadas em nível de sociedade. Dentre os vários modelos de planejamento didático-pedagógico, neste trabalho selecionou-se as Unidades Didáticas Multiestratégias, que se propõe a utilizar a abordagem metodológica, escolhida de forma autônoma pelo professor, como central e articuladora dos demais elementos do planejamento. s Ademais, são características das desse modelo trabalhar com múltiplas estratégias didáticas e ser flexível para se adaptar a realidade e singularidades de sala de aula. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo desenvolver uma UDM pensada para o ensino médio, com a temática modelos atômicos, articulando os vários elementos do planejamento por meio da abordagem metodológica dos três momentos pedagógicos. A UDM proposta foi elaborada a partir de sete tarefas: contexto da intervenção didático-pedagógica; análise científico-epistemológica; análise didático-pedagógica; abordagem metodológica; definição dos objetivos de aprendizagem; seleção das estratégias didáticas; e seleção das estratégias de avaliação. Como resultado dessa pesquisa desenvolveu-se um produto educacional que pode ser utilizado como ponto de partida por professores do ensino médio para trabalhar a temática de modelos atômicos.

Palavras-chave: Unidades Didáticas Multiestratégias; Planejamento Didático-Pedagógico; Modelos Atômicos; Os três modelos pedagógicos.

## **ABSTRACT**

*Didactic-pedagogical planning is extremely important in the teaching and learning process, as it helps the teacher to avoid improvisations, guides the evaluation and achievement of learning objectives and situates didactic work in the classroom within a broader oriented structure. by official regulations negotiated at the social level. Among the various didactic-pedagogical planning models, this study selected the Multistrategic Didactic Units, which propose to use the methodological approach, chosen autonomously by the teacher, as a central and articulating element of the other planning components. Furthermore, the characteristics of this model include working with multiple teaching strategies and being flexible to adapt to the reality and singularities of the classroom. Thus, the objective of this study was to develop a Multistrategic Didactic Unit aimed at high school, focusing on the theme of atomic models, articulating different planning elements through the methodological approach of the three pedagogical moments. The proposed Multistrategic Didactic Unit was developed based on seven tasks: context of didactic-pedagogical intervention, scientific-epistemological analysis, didactic-pedagogical analysis, methodological approach, definition of learning objectives, selection of didactic strategies and selection of assessment strategies. As a result of this research, an educational product was developed that can serve as a starting point for high school teachers to work on the topic of atomic models.*

*Keywords: Multistrategic Didactic Units; Didactic-Pedagogical Planning; Atomic Models; The three pedagogical moments.*

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1.** Dinâmica temporal do processo de implementação da Unidade Didática Multiestratégica.

**Figura 2.** Sistematização das tarefas para a elaboração de uma Unidade Didática Multiestratégica.

**Figura 3.** Concepções de modelo científico.

**Figura 4.** Representação do modelo atômico de Dalton, o modelo da bola de bilhar.

**Figura 5.** Representação de substâncias simples da Teoria de Dalton.

**Figura 6.** Representação de substâncias compostas da Teoria de Dalton.

**Figura 7.** Representação do modelo atômico de Thomson.

**Figura 8.** Representação do modelo atômico de Ernest Rutherford.

**Figura 9.** Representação do átomo de Hidrogênio de Bohr.

**Figura 10.** Aspectos do conhecimento químico.

**Figura 11.** Representação de átomos de diferentes elementos segundo Dalton.

**Figura 12.** Representação das partículas subatômicas.

**Figura 13.** Mapa conceitual sobre os modelos atômicos e sua evolução.

## **LISTA DE QUADROS**

**Quadro 1.** Matriz da tarefa 1 - Caracterização do contexto da intervenção didático-pedagógica.

**Quadro 2.** Matriz da tarefa 2 - Análise Científico-Epistemológica.

**Quadro 3.** Matriz da tarefa 3 - Análise Didático-Pedagógica.

**Quadro 4.** Matriz da tarefa 4 - Abordagem metodológica.

**Quadro 5.** Estrutura do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom revisada e gerúndios.

**Quadro 6.** Matriz da tarefa 5 - Definição do tema, objetivos de aprendizagem, sequência didáticas e estratégias de avaliação.

**Quadro 7.** Matriz das tarefas 6 e 7 - Seleção de estratégias didáticas e de avaliação.

**Quadro 8.** Perfil conceitual de átomo.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

3MP = Os Três Momentos Pedagógicos;

BNCC = Base Nacional Comum Curricular;

CTSA = Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente;

HCl = Ácido Clorídrico;

IFSP = Instituto Federal de São Paulo;

MTE: Modelo Topológico de Ensino;

SD = Sequência Didática;

SX = Substância X;

TDAH = Transtorno de Déficit de Atenção;

TIDIC = Tecnologias digitais da Informação e Comunicação;

UD: Unidade Didática;

UDM = Unidade Didática Multiestratégica;

UNESP = Universidade Estadual Paulista.

## SUMÁRIO

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                                                        | <b>15</b> |
| 1.1 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO                                      | 15        |
| 1.2 JUSTIFICATIVA                                                                          | 19        |
| 1.3 REVISÃO, APROFUNDAMENTO E HISTÓRICO DO CONTEÚDO CIENTÍFICO                             | 20        |
| <b>2 OBJETIVOS</b>                                                                         | <b>31</b> |
| 2.1. Objetivo Geral                                                                        | 31        |
| <b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>                                                       | <b>32</b> |
| 3.1 O MODELO DE UNIDADES DIDÁTICAS MULTIESTRATÉGICAS                                       | 32        |
| 3.2 ABORDAGEM METODOLÓGICA COMO EIXO CENTRAL DO PLANEJAMENTO                               | 41        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                                            | <b>44</b> |
| 4.1 TAREFA 1 – CONTEXTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA                                 | 44        |
| 4.2 TAREFA 2 – ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA                                           | 44        |
| 4.3 TAREFA 3 – ANÁLISE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA                                                 | 50        |
| 4.4 TAREFA 4 – ABORDAGEM METODOLÓGICA                                                      | 55        |
| 4.5 TAREFA 5 – SELEÇÃO DOS OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM                                       | 56        |
| 4.6 TAREFAS 6 E 7 – SELEÇÃO DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E SELEÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO | 59        |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                                             | <b>62</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                                         | <b>64</b> |
| <b>APÊNDICE: A UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA</b>                                       | <b>67</b> |
| <b>MATERIAIS DE APRENDIZAGEM</b>                                                           | <b>94</b> |

## **MEMORIAL ACADÊMICO**

Desde que iniciei minha vida escolar tive o apoio da minha família para estudar em boas escolas, mesmo sendo públicas. Meus pais acompanhavam os meus estudos e meu desempenho. Sempre fui ensinada por eles a me dedicar para tirar boas notas.

Praticamente todos os dias brincava de ser professora, quando era criança, até ganhei uma lousa de brinquedo dos meus pais e ficava por horas dando aulas para minha prima.

Lembro-me de que no ensino fundamental a professora de Ciências fez uma cirurgia e não podia fazer esforço, então, todos os dias eu passava a matéria na lousa para ela. Era a melhor sensação do mundo, pois me sentia a professora de Ciências. Foi nesse período das aulas de Ciências que comecei a entender o motivo das coisas serem como são, de modo que tudo foi ficando mais interessante.

Quando entrei no ensino médio, tive um excelente professor de Química, que tem grande influência na minha escolha de curso, pois eu o admirava muito. O modo como ele dava aula me fez desenvolver uma vontade de ser professora de Química.

Por ser de família humilde e por ter sempre estudado em escola pública, sabia que se quisesse continuar e seguir para o nível superior, deveria fazê-lo em uma universidade pública. Em 2017 passei em Licenciatura em Química no Instituto Federal de São Paulo (IFSP) de Matão, onde estudei por dois anos. Porém, não me adaptei com a viagem que fazia todos os dias e, então, em 2018 decidi fazer o vestibular da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Araraquara, para o curso de Licenciatura em Química.

Como o curso era noturno tomei a decisão de trabalhar no período livre. Foi quando no final de 2019 recebi uma proposta para fazer estágio em uma empresa de análises ambientais em Araraquara. Desde então, permaneço na mesma área, visto que meses depois eu fui efetivada na empresa. Durante o estágio tive experiências incríveis tanto no laboratório, vivendo na prática, quanto na elaboração de relatórios.

Por trabalhar e estudar ao mesmo tempo, eu não fiz nenhuma das diversas atividades extracurriculares que a universidade oferece, devido à falta de tempo.

Durante o curso me questionei, diversas vezes, sobre a docência, como executaria o meu trabalho em uma sala de aula? Como abordar determinado

conteúdo? Uma certa parte das minhas questões foram respondidas durante o estágio docente do último ano da graduação, onde dei a minha primeira aula. No primeiro momento foi o misto de nervoso e ansiedade, até que lágrimas caíram minutos antes da aula começar. Durante a aula percebi como é prazeroso ensinar algo a alguém. Como foi bom abordar o conteúdo de distribuição eletrônica para aqueles alunos. Foi nesse momento que senti a emoção de ser professora. Por mais que tenha sido por 45 minutos.

No decorrer da graduação tive várias matérias pedagógicas que me aproximaram da docência e entender a importância do professor realizar um planejamento didático-pedagógico, que fosse coerente com o contexto e a sua realidade, e que relacionasse o ensino de ciências com uma abordagem metodológica. Por ter um irmão com Transtorno de Déficit de Atenção (TDAH) e ver a sua dificuldade por não ter um planejamento na sua escola, que seja coerente com o seu contexto, decidi trabalhar com uma proposta de Unidade Didática Multiestratégica (UDM). Porém, tomei a decisão de não trabalhar com esse tema, pois em alguns momentos eu poderia me sentir vulnerável, pelo fato de estar muito envolvida na história. Dessa maneira, comecei a refletir sobre toda a minha trajetória e identificar fatores cruciais para abordar na monografia.

Ao longo da minha educação em escolas da rede pública, percebi que algumas disciplinas apresentavam desafios devido à utilização constante da mesma estratégia didática, como a aula expositiva e dialogada. No entanto, nas aulas de Química eu me destacava devido à diversidade de estratégias adotadas pelo professor. Ele sempre buscava maneiras inovadoras de promover a aprendizagem dos alunos. Com base nisso, ao discutir com meu orientador, decidimos seguir nessa direção, propondo um planejamento que incorpore estratégias destinadas a enriquecer a aprendizagem dos alunos.

Caminhando para a reta final do curso, admiro o apoio que recebo da minha família e do meu noivo em cada passo que foi dado. Também reconheço o apoio do meu orientador, que me auxilia e me deixa cada vez mais confiante no meu trabalho. Através disso, continuar estudando é o meu incentivo de todos os dias para me tornar uma pessoa melhor e para ter condições de cuidar de todos aqueles que amo.

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 A importância do planejamento didático-pedagógico**

O planejamento didático-pedagógico é uma ferramenta que ajuda na organização e reflexão do processo de ensino e aprendizagem. Um planejamento articulado e bem estruturado permite ao professor uma maior segurança e assertividade nos momentos singulares, que são inerentes ao ambiente da sala de aula (Alves, 2018). O planejamento pode fundamentar e qualificar a atuação do docente, em sala de aula, e integrar à pesquisa, podendo desencadear processos de inovação pedagógica (Bego, 2016).

Para Haydt (2006) um planejamento deve apresentar coerência e correlação entre os seus elementos; deve ter continuidade e sequência que garanta a relação entre todas as atividades; flexibilidade que possibilite adaptações quando necessário; objetividade e funcionalidade; deve levar em consideração a realidade dos alunos; e, por fim, precisão e clareza. Além disso, segundo a autora, é interessante que o docente leve em conta uma abordagem racional e científica dos problemas, a análise das consequências que advirão das ações facultadas pela realidade educacional, a determinação de metas e o desenvolvimento dos meios mais eficazes para implantar a política adotada.

Alves e Bego (2020) ressaltam que para elaborar um planejamento didático-pedagógico é necessário a organização de elementos básicos, como abordagem metodológica, conteúdos, estratégias didáticas, recursos didáticos e materiais de aprendizagem. A proposta dos autores é que todo o planejamento seja construído tendo como eixo central a abordagem metodológica.

Alguns desses elementos do planejamento, muitas vezes, são utilizados de forma acrítica pelos docentes, sendo que as definições são bastantes polissêmicas e polifônicas. Para tentar contribuir para a resolução desse problema, os autores propõem definições para os elementos do planejamento que são baseadas em suas origens etimológicas, seus significados dicionarizados e em uma revisão sistemática da literatura (Alves; Bego, 2020).

Metodologia, ou abordagem metodológica, é definido como uma teoria sobre o processo de ensino e aprendizagem, que se relaciona aos conceitos psicológicos

e pedagógicos de fundo sobre a aprendizagem, a função da escolarização e os papéis de docentes e discentes (Alves; Bego, 2020). O termo estratégia é definido como um conjunto de ações deliberadas e planejadas, responsáveis por auxiliar na execução dos objetivos de aprendizagem propostos. Os recursos são considerados como os meios físicos que suportam algum portador de conteúdo. Desse modo, os autores referem-se a materiais didáticos como materiais que professores e/ou alunos preparam para atividades específicas em sala de aula (Alves; Bego, 2020).

De acordo com Alves (2018) existem vários modelos diferentes para o planejamento didático-pedagógico no Ensino de Ciências, como a de Sanmartí (2002), a qual propõe que o planejamento deve se concretizar por meio da elaboração de uma Unidade Didática (UD). Já para Giordan e Guimarães (2013), propõe o Modelo Topológico de Ensino (MTE)(Alves, 2018).

Dentre todas as formas de planejar, é proposto por Bego (2016) um modelo em forma de projeto de ensino, conhecido como Unidades Didáticas Multiestratégias (UDM). Para Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p.13) a UDM é:

[...] um modelo de planejamento que abrange a integração, de modo organizado e sequenciado, de um conjunto de estratégias didáticas e de avaliação de acordo com objetivos de aprendizagem previamente definidos e delimitados a partir de uma dada abordagem metodológica.

Segundo Bego (2016) a UDM é baseada na suposição de que, dada a complexidade do processo de ensino e aprendizagem, os professores devem tentar planejar e conduzir diversas atividades instrucionais, valorizando a diversidade de estilos de pensar e aprender dos seus alunos em uma sala de aula plural.

A UDM foi inicialmente proposta tendo como inspiração a UD, no entanto, no atual estágio de desenvolvimento a UDM se diferencia em três pontos fundamentais. O primeiro é a variação de estratégias didáticas, tais como história e filosofia da Ciência, atividades experimentais, jogos didáticos, Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TIDIC), entre outras. Essas estratégias são aplicadas de forma a responder aos objetivos propostos e a se articular com a abordagem metodológica escolhida (Bego, 2016).

Conforme observado por Laburú, Arruda e Nardi (2003) a diversificação das estratégias didáticas é justificada pela interação diversificada dos alunos com o conhecimento dentro da sala de aula. Essa diversidade resulta em distintas formas de aprendizado, enriquecidas por bagagens culturais e experiências únicas. A

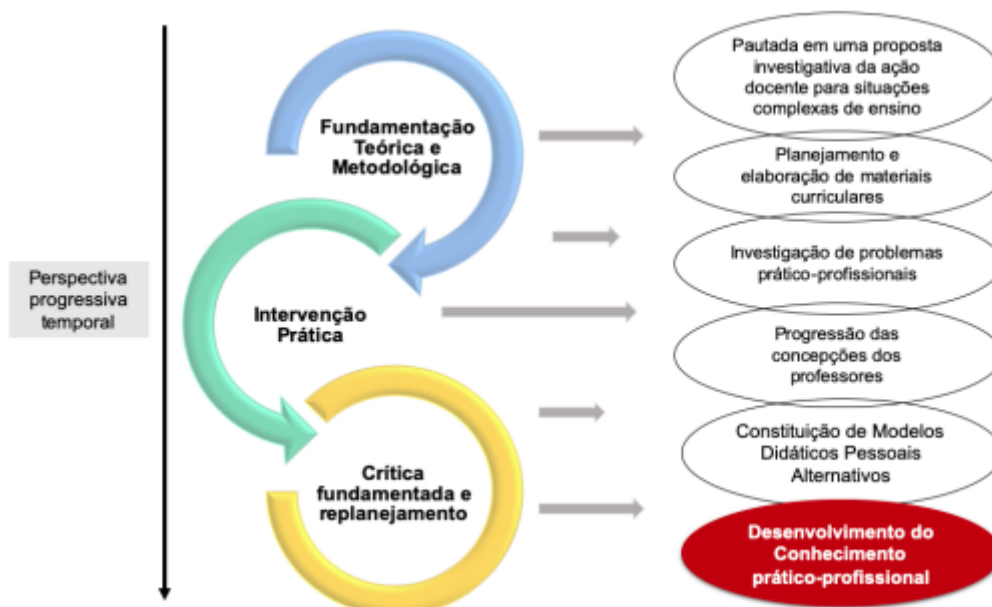
adoção de múltiplas estratégias didáticas não só contribui para a construção do conhecimento, mas também pela maior motivação, interesse e ritmos variados de aprendizagem.

Outro fator de relevância na justificação do uso de múltiplas estratégias didáticas é a própria natureza do conhecimento químico. Diversos conteúdos podem apresentar especificidades que demandam estratégias didáticas específicas (Ferrarini, 2020).

A segunda característica distintiva da UDM em relação à UD é a articulação e sistematização do planejamento de ensino com outros níveis de planejamento, como o escolar e o educacional (Morales, 2021).

Por fim, a terceira característica diz respeito à utilização da abordagem metodológica, que constitui o eixo central do planejamento, sendo responsável pela articulação de todos os elementos do planejamento (Alves; Bego, 2020).

A implementação de uma UDM requer o cumprimento de três etapas: planejamento da UDM; intervenção didático-pedagógica; e replanejamento da UDM, baseado em uma reflexão crítica sobre a intervenção realizada (Bego; Ferrarini; Morales, 2021). As três etapas sugeridas são representadas pela Figura 1. A proposta é que todo esse percurso formativo contribua para que o professor desenvolva seu conhecimento prático-profissional desejado, por meio da utilização de conhecimento teórico para resolver problemas singulares do dia a dia de sala de aula (Morales, 2021)

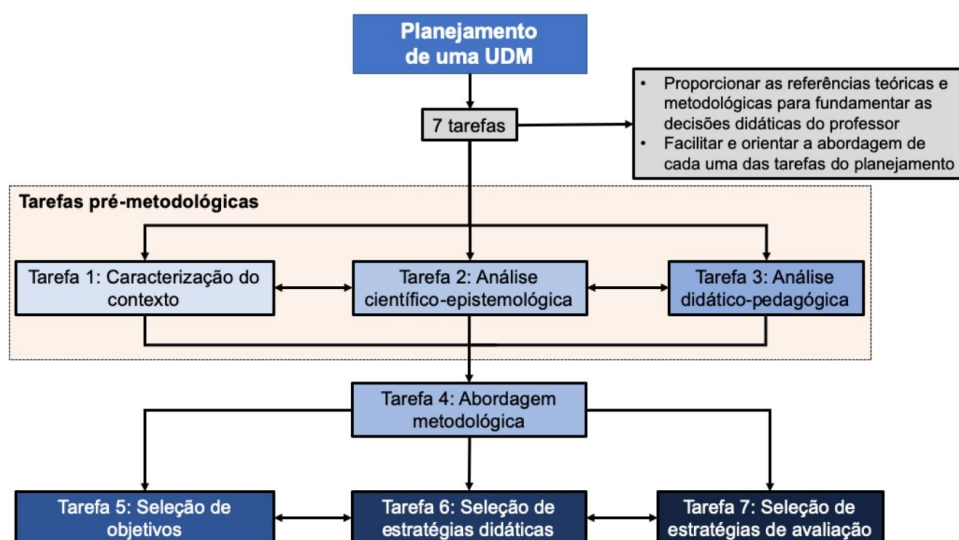


**Figura 1** – Dinâmica temporal do processo de implementação da Unidade Didática Multiestratégica.

**Fonte:** Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 14).

O planejamento nos moldes da UDM exige a realização de setes tarefas principais, sendo ela: Tarefa 1: caracterização do contexto da intervenção didático-pedagógica; Tarefa 2: análise científico-epistemológica; Tarefa 3: análise didático-pedagógica; Tarefa 4: escolha e caracterização da abordagem metodológica; Tarefa 5: seleção de objetivos; Tarefa 6: seleção de estratégias didáticas; Tarefa 7: seleção das estratégias de avaliação (Bego; Sgarbosa, 2016).

A Figura 2 representa a sistematização das tarefas que são necessárias para a elaboração da UDM.



**Figura 2** – Sistematização das tarefas para a elaboração de uma Unidade Didática Multiestratégica

**Fonte:** Bego, Ferrarini e Moralles (2021, p. 17).

Durante as setes tarefas, é destacada a importância da abordagem metodológica, pois ela deve permear todas as decisões a serem tomadas pelo docente em relação ao sequenciamento e à seleção de estratégias e instrumentos de avaliação que deverão ser planejados pelo professor com base nos objetivos de aprendizagem que foram definidos (Bego, 2016; Bego; Sgarbosa, 2016).

## 1.2 Justificativa

Segundo Almeida (2015), ao mencionar a palavra "Química" ou "Ensino de Química" é comum que a mente das pessoas se volte, imediatamente, para os modelos atômicos. Afinal, essa ciência é conhecida por sua natureza altamente representacional, repleta de modelos, fórmulas e reações. Além disso, o conteúdo de modelos atômicos, às vezes, se relaciona com a grande parte das dificuldades que a maioria dos alunos apresentam na aprendizagem dos conteúdos de química.

Além disso, conforme Lopes (2017), essa temática apresenta alguns obstáculos epistemológicos que podem prejudicar o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. São eles: I) obstáculo animista, em que os alunos atribuem características de células vivas à matéria, confundindo-a o nível atômico e o celular; II) obstáculo realista, que utiliza a analogia do tamanho do núcleo com a eletrosfera, comparando-o a uma bola de futebol em um estádio. Esses obstáculos podem trazer dificuldades considerando a descontextualização do conteúdo ao ser abordado em sala de aula.

Portanto, a UDM proposta neste trabalho aborda o conteúdo da evolução dos modelos atômicos, direcionado para estudantes do ensino médio da rede pública. A escolha por esse conteúdo levou em consideração que os modelos atômicos são uma das primeiras teorias apresentadas aos estudantes durante os estudos de Química. Sendo assim, quando se trabalha em uma rede pública de ensino, tem-se uma diversidade de alunos, onde nem todos aprendem da mesma forma e do mesmo ritmo, ainda mais dentro de uma sala de aula com mais de 30 alunos. Desse modo, é necessário que o professor procure planejar estratégias que valorizem as diferentes formas de aprendizagem.

Não é fundamentado nas potencialidades da UDM em melhorar o processo de ensino e aprendizagem, esse trabalho tem como objetivo propor uma UDM para ensino de modelos atômicos, para estudantes da rede pública, baseado na abordagem metodológica dos três momentos pedagógicos. A proposta é desenvolver um produto educacional que possa servir de base para professores do ensino médio trabalharem com a temática de modelos atômicos no ensino médio.

O primeiro passo para o desenvolvimento da UDM foi vasculhar a literatura especializada sobre os modelos atômicos e desenvolver uma atualização

científico-epistemológica sobre o tema. Esse aprofundamento está apresentado na seção a seguir.

### **1.3 Revisão, aprofundamento e histórico do conteúdo científico**

#### **1.3.1 Modelos científicos.**

Os modelos científicos são ferramentas amplamente utilizadas pela ciência, principalmente pela área das Ciências da Natureza. Seu objetivo fundamental é auxiliar na explicação e no entendimento de teorias que tendem a ser mais abstratas, sendo, portanto, utilizadas para analisar fenômenos do mundo natural. Os modelos permitem a representação dos processos mentais no mundo real, seja por meio da linguagem falada, escrita ou representação simbólica (Silva Júnior; Dantas; Farias, 2017; Monteiro; Justin, 2000).

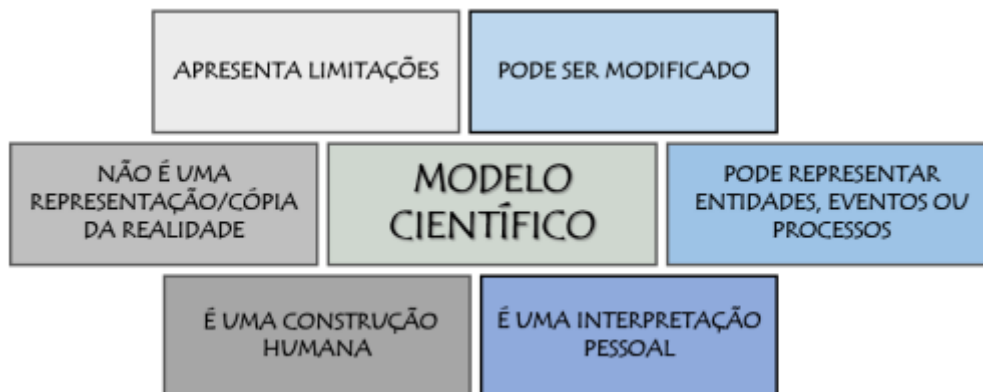
Os modelos científicos são, portanto, os principais produtos da Ciência, conforme Monteiro e Justi (2000, p. 67) afirmam: "[...] formulam questões acerca do mundo; descrevem, interpretam e explicam fenômenos; elaboram e testam hipóteses; e fazem previsões".

É amplamente reconhecido que existe um problema no ensino e aprendizado desse tema, uma vez que a palavra "modelo" pode ter uma série de significados de senso comum, que contrastam com o conhecimento científico vigente, o que pode prejudicar o processo educacional. Um exemplo disso é a associação com um manequim, um modelo de passarela, que é frequentemente considerado como um padrão perfeito. Quando não se aborda adequadamente esse conceito em sala de aula, é possível que ocorra equívocos, pois o conceito de modelo científico não deve ser relacionado a uma reprodução exata de algo real ou a um padrão ideal que não possa ser modificado (Justi, 2010).

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". Sob essa perspectiva, na representação de fenômenos naturais, os modelos surgem como elementos essenciais no processo de pesquisa científica (Ferreira; Justi, 2008).

De acordo com Justi (2010), as quatro principais características dos modelos científicos são: 1) são construções humanas imperfeitas e não cópias exatas da

realidade; II) possuem limitações; III)) podem ser modificados; IV) podem ser usados para estudar coisas que não são visíveis a olho nu. Essas características são melhor representadas pela Figura 3.



**Figura 3** – Concepções de modelo científico.

**Fonte:** Morales (2021, p. 244).

Na Química, especificamente, os modelos são empregados para estabelecer uma conexão mais clara entre os fenômenos macroscópicos e as explicações em nível submicroscópicas, facilitando a compreensão de conceitos mais complexos e promovendo a discussão e formulação de hipóteses (Justi, 2010).

Assim, os modelos são utilizados como representações parciais da realidade para lidar com conteúdos essenciais, porém, abstratos. Esses modelos desempenham um papel crucial ao tornar a compreensão desses fenômenos complexos mais acessível e facilitar a comunicação (Justi, 2010).

### 1.3.2 As teorias atômicas até o Século XVIII

A teoria atômica parte do princípio que todo corpo é composto por minúsculas partículas indivisíveis. Essa teve suas origens com os antigos pensadores gregos. Desde o filósofo Anaxágoras de Clazomena, que viveu no século V antes de Cristo (a.C.), era ensinado que a matéria não possui limites para a sua divisibilidade e que mesmo a menor parte de um corpo mantém as características do todo (Rozenberg, 2002).

Na época de Anaxágoras (500 - 498 a.C.), outro pensador, chamado Zenão (498 - 430 a.C.), sustentava a ideia de que a matéria é contínua e o Universo está

cheio de matéria. Além disso, Zenão argumentava que o movimento não era real, mas apenas uma percepção subjetiva (Rozenberg, 2002).

Aristóteles, um filósofo e estudioso polímata da Grécia Antiga, afirmava que a teoria atômica foi originalmente proposta por Leucipo, que refutou as ideias de Anaxágoras e Zenão (Rozenberg, 2002). Posteriormente, Demócrito de Abdera estudou e desenvolveu os princípios atômicos estabelecidos por Leucipo.

Demócrito acreditava que os átomos eram partículas indestrutíveis, duras e pequenas, que se uniam para formar todas as coisas. Devido ao seu tamanho extremamente reduzido, os átomos não possuíam cor, sabor ou cheiro, pois essas características eram consideradas subjetivas ou secundárias. O autor também afirma que, segundo Demócrito, os átomos podem assumir diferentes formas, como redondos, pontiagudos, lisos, ásperos, entre outros (Rozenberg, 2002).

Cada substância teria seu próprio tipo de átomo. Os átomos provenientes de materiais sólidos seriam ásperos e, portanto, não poderiam deslizar uns sobre os outros, ao contrário dos átomos líquidos, que seriam lisos. Assim, o Universo era considerado um vasto vazio de átomos em constante movimento. No entanto, as teorias de Demócrito careciam de uma base teórica sólida, uma vez que, todas as especulações eram meramente extrapolações filosóficas da percepção (Rozenberg, 2002).

Embora outros filósofos tenham discutido sobre a teoria atômica, não houve progresso significativo, pois essas especulações foram refutadas por Aristóteles. No entanto, mesmo que a teoria atômica não tenha avançado, ela não foi completamente abandonada, pois os filósofos continuaram em busca de explicações.

A ideia atômica também pode ser encontrada na arte. O poeta romano Tito Lucrécio Caro (94 - 50 a.C), por exemplo, especulou sobre a existência dos átomos por meio de versos em seu poema. Nele, argumentava que os átomos possuem diferentes tamanhos e formas e que as propriedades da matéria surgem a partir das propriedades dos átomos que a compõem. Por exemplo, a doçura do açúcar é atribuída à forma esférica de seus átomos, enquanto o amargor está relacionado aos pontos atômicos (Rozenberg, 2002). Além dos átomos, a única realidade é o espaço vazio e infinito no qual os átomos se movem. A colisão entre os átomos pode formar corpos físicos (Rozenberg, 2002).

No século XVII, as teorias atômicas ganharam novo impulso com base nos trabalhos de Sr. Isaac Newton (1643 - 1727). Ele e outros importantes cientistas da época começaram a debater o conceito de átomo. Newton argumentava que os átomos exerceriam uma força de atração uns sobre os outros, semelhante à lei da gravitação universal (Rozenberg, 2002). Essa ideia trouxe uma nova perspectiva para o entendimento das propriedades da matéria e das interações que podem ocorrer entre os átomos.

Conforme mencionado por Rozenberg (2002), outro cientista influente nessa época foi Robert Hooke (1635 - 1603), cujas pesquisas focaram as propriedades dos gases e os movimentos e colisões entre átomos. Apesar dos avanços proporcionados pelas pesquisas atomistas, alguns cientistas ainda questionavam a existência real dos átomos, mantendo argumentos contrários à teoria atomista. Essa controvérsia gerou muitos debates na ciência nessa época. No entanto, as contribuições de Newton e outros cientistas permitiram que as teorias atômicas se desenvolvessem e se consolidassem.

Os modelos atômicos são teorias elaboradas por cientistas para tentar explicar e prever o comportamento da matéria e seus fenômenos. Todos eles se baseiam na existência de uma partícula fundamental, o átomo.

Nas próximas sessões, o objetivo é explorar as fascinantes histórias dos modelos atômicos, desde as contribuições pioneiras de John Dalton (1766 - 1844) até o revolucionário modelo proposto por Niels Henrick David Bohr (1855 - 1962).

### **1.3.2.1 Teoria atômica de John Dalton**

John Dalton nasceu em 6 de setembro de 1766 em Eagleville, na Inglaterra. Durante seus estudos se destacou por sua capacidade de raciocínio abstrato, embora naquela época ele não fosse tão notável (Melzer, 2017).

Com o tempo, Dalton se tornou meteorologista, matemático, físico e professor de gramática inglesa. A Química entrou em sua vida apenas como uma necessidade, pois precisava dos conhecimentos de Química para lecionar em Cambridge (Melzer, 2017).

Durante seus estudos, Dalton vislumbrou a possibilidade de relacionar gases e atmosferas, por meio de uma proposta atômica baseada nos princípios da física

newtoniana. Ele se dedicou a buscar novas propostas de explicação para a expansão, concentração e mudanças do estado físico em gases (Melzer, 2017).

Ao contrário das ideias mecanicistas de Sr. Isaac Newton, que muitos acreditavam fornecer explicações abrangentes para os fenômenos naturais, a proposta atômica de Dalton apresentava uma abordagem diferente. Sua proposta envolvia uma combinação de conceitos relacionados à afinidade, calórico e à mecânica newtoniana, resultando em um modelo atômico complexo que buscava responder às questões sobre os gases levantadas pelo próprio Dalton (Melzer, 2017).

Segundo sua visão, o átomo era um corpúsculo cercado por uma atmosfera de calórico. A dinâmica entre a atração e a repulsão no átomo era determinada pelo equilíbrio da atmosfera. Uma quantidade reduzida de calórico propicia que os corpúsculos se unam para formar moléculas e agregados atômicos. Essa abordagem permite explicar de forma mais completa os fenômenos observados e as propriedades dos gases (Melzer, 2017).

Segundo Dalton o átomo é a menor parte da matéria, que se configura em corpúsculos indivisíveis e indestrutíveis, mantendo sua individualidade durante as transformações químicas, conforme mostra a Figura 4. Além disso, átomos do mesmo elemento são idênticos entre si e têm a mesma massa, caracterizados pelo número de prótons em seus núcleos atômicos, sendo este o elemento químico.. Quando esses átomos se ligam, formam uma substância simples, assim como é representado pela Figura 5. Por outro lado, átomos de elementos diferentes têm massas e propriedades diferentes. Quando átomos de compostos (substâncias puras formadas pela combinação de átomos de diferentes elementos em proporções fixas e definidas) se combinam em uma relações numéricas simples, como 1:1, 1:2, 1:3, entre outros, como mostra a Figura 6 (Rozenberg, 2002).



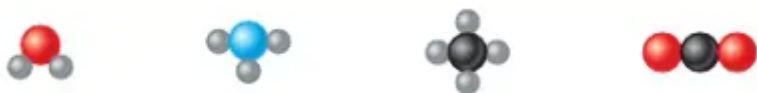
**Figura 4** – Representação do modelo atômico de Dalton, o modelo da bola de bilhar.

**Fonte:** Spier (2023, p. 15).



**Figura 5** – Representação de substâncias simples da Teoria de Dalton.

**Fonte:** Canto e Peruzzo (2010, p. 66).



**Figura 6** – Representação de substâncias compostas da Teoria de Dalton.

**Fonte:** Canto e Peruzzo (2010, p. 66).

No entanto, as ideias de Dalton apresentaram dificuldades na interpretação das leis volumétricas de Gay-Lussac (1778 - 1850) (Rozenberg, 2002). Embora Dalton tenha contribuído significativamente, sua proposta não foi capaz de explicar todos os fenômenos observados ao longo dos anos. Como resultado, novas propostas foram desenvolvidas (Melzer, 2017).

### 1.3.2.2 Teoria atômica de Joseph John Thomson

Lorde Kelvin (1824 - 1907), William Thomson, foi outro grande cientista a propor uma proposta atômica, a teoria do vórtex. Segundo esse, o átomo é formado por numerosos anéis carregados com corpúsculos de carga negativa, envoltos por éter, que determinam sua dinâmica de movimento, repulsão e atração de cargas. Por um certo tempo, essa proposta foi aceita como uma explicação plausível para o fenômeno elétrico da matéria (Melzer, 2017).

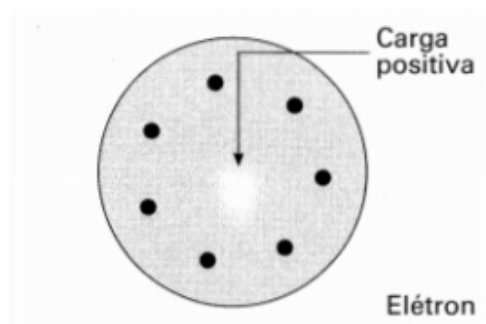
Joseph John Thomson (1856 - 1940), então estudante de engenharia, baseou-se na teoria proposta por Lorde Kelvin e por John Dalton para conduzir experimentos sobre a constituição da matéria (Melzer, 2017).

Com o apoio de seus professores, Thomson se candidatou a um programa de pesquisa na Universidade de Cambridge. Infelizmente, ele foi eliminado na primeira fase de sua primeira tentativa, mas obteve sucesso em sua segunda tentativa e conseguiu ingressar em um laboratório recém-criado em Cavendish (Melzer, 2017).

Durante esse período, Thomson direcionado a trabalhar com fenômenos da eletricidade e do magnetismo, a fim de compreender a natureza elétrica da matéria. Com base em seus experimentos, ele publicou um artigo sobre os raios catódicos<sup>1</sup>, discutindo a indução eletromagnética e fazendo uma breve menção ao átomo (Melzer, 2017).

Com uma equipe de pesquisadores que estuda fenômenos relacionados à eletricidade e à radioatividade, Thomson começou a discutir diferentes concepções do átomo após a publicação do artigo. Foi dessa troca de ideias que ele propôs a existência de um átomo como um corpo esférico permeável, com carga positiva e corpúsculos carregados de carga negativa incrustados (Melzer, 2017).

De forma mais simples, o átomo proposto por Thomson consiste em uma esfera com carga positiva uniformemente distribuída. Ele acreditava que o átomo era neutro e explicava essa neutralidade imaginando que elétrons estavam distribuídos na superfície da esfera positiva. Para manter a estabilidade do sistema, os elétrons estariam distribuídos em relação à esfera positiva. Essa proposta ganhou o apelido de "pudim de passas" (Rozenberg, 2002). O átomo proposto por Thomson está representado na Figura 7.



**Figura 7** – Representação do modelo atômico de Thomson.

**Fonte:** Rozenberg (2022, p. 211).

O modelo de Thomson, no entanto, não conseguia explicar todos os fenômenos e os resultados das experiências de espalhamento de partículas alfa por lâminas metálicas (Rozenberg, 2002). Para resolver essas questões, novos

---

<sup>1</sup> Os raios catódicos, descobertos por William Crookes na década de 1870, referem-se a feixes de elétrons emitidos do cátodo em um tubo de descarga gasosa. Esses raios, carregados negativamente, foram cruciais para a compreensão da estrutura atômica e contribuíram para o desenvolvimento de tecnologias como os tubos de raios catódicos e a televisão. Sua capacidade de sofrer deflexão em campos magnéticos e elétricos foi essencial para estudos sobre a carga e a massa dos elétrons, influenciando significativamente a física moderna.

pesquisadores, como Ernest Rutherford (1871- 1937), começaram a estudar mais a fundo o conceito de átomo e propuseram novos modelos que abordavam e interpretavam esses fenômenos.

### **1.3.2.3 Teoria atômica de Ernest Rutherford**

O pesquisador Ernest Rutherford foi enviado para Cambridge para continuar seus estudos em Física sob a orientação de Thomson. Rutherford fez parte de uma equipe dedicada ao estudo dos fenômenos de radioatividade, um assunto previamente explorado por Thomson em seu artigo de 1904, onde também apresentou um breve conceito de modelo atômico (Melzer, 2017).

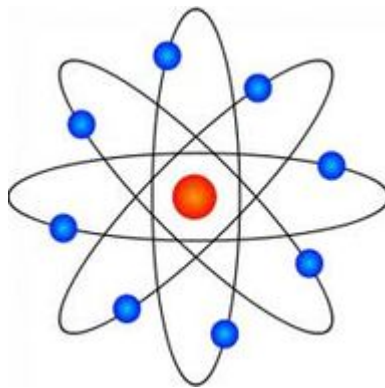
Ao ingressar no grupo, Thomson instrui Rutherford a adotar a proposta mecanicista, que era utilizada pela equipe. Dessa forma, Rutherford realiza uma série de experimentos de espalhamento de partículas radioativas para compreender se elas possuem carga e orientação energética, conforme proposto por Thomson (Melzer, 2017).

Após algum tempo, Rutherford recebe uma oferta para realizar pesquisas sobre radioatividade no Canadá, em colaboração com Pieter Zeeman (1865 - 1943). Durante esse período, ambos foram laureados com o Prêmio Nobel de Química. Após seu retorno a Cambridge, Rutherford forma sua própria equipe dedicada ao estudo da natureza das partículas radioativas (Melzer, 2017).

Inicialmente, o grupo se concentra em desenvolver experimentos que permitam a investigação dos efeitos das partículas ao interagir com diferentes materiais. Após um período de estudos, Rutherford decidiu investigar um experimento específico. Sua tarefa era utilizar uma fonte radioativa do elemento rádio para bombardear lâminas de diferentes metais e medir os ângulos de deflexão resultantes. Se a matéria se comportasse segundo as ideias de Thomson, Rutherford obteria pequenos ângulos de desvio, já que a estrutura atômica não teria força de repulsão suficiente para desviar partículas carregadas e aceleradas. No entanto, ao analisar os dados, Rutherford ficou cético e pediu a um de seus pesquisadores para repetir o experimento e obter novos resultados (Melzer, 2017).

Com base nos dados obtidos, Rutherford propôs, em seu artigo de 1911, um novo modelo atômico. De acordo com esse modelo, os elétrons gravitavam ao redor do núcleo em órbitas circulares, com velocidades variáveis dependendo de seus raios. A energia do elétron em uma órbita estaria diretamente relacionada ao raio da

órbita (Rozenberg, 2002). O modelo atômico proposto é representado na Figura 8. Rutherford acreditava que esse modelo explicava os dados obtidos pela sua equipe de pesquisa, já que era necessário existir uma pequena região com uma carga intensa capaz de desviar significativamente as partículas oriundas de elementos radioativos, alfa ( ${}^4_2\alpha$ ) e beta ( ${}_{-1}^0\beta$ ) (Melzer, 2017).



**Figura 8** – Representação do modelo atômico de Ernest Rutherford.

**Fonte:** Ciência em Ação (2021).

No entanto, o artigo de Rutherford não alcançou grande sucesso acadêmico devido a aceitação na comunidade científica do modelo proposto por Thomson, que era eficiente para explicar vários fenômenos relacionados à eletricidade (Melzer, 2017). O grande problema com a proposta de Rutherford é que, segundo a física clássica, a energia do elétron acelerado deveria diminuir e liberar energia radiante até colapsar com o núcleo (Rozenberg, 2002).

#### 1.3.2.4 Teoria atômica de Niels Bohr.

Em início de carreira, o estudante de Física Niels Bohr tinha pretensão em trabalhar com Thomson. Para viabilizar isso, ele escreveu uma carta convidando Thomson para um jantar. Durante o jantar, Bohr apontou falhas nos cálculos apresentados nos artigos de Thomson, o que gerou um certo desconforto entre os dois. Após a conversa, Thomson decidiu não se tornar orientador de Bohr e transferiu a orientação para Rutherford (Melzer, 2017).

Enquanto estava em Cavendish, Bohr realizou pesquisas sobre as energias das partículas alfa ( ${}^4_2\alpha$ ) e beta ( ${}_{-1}^0\beta$ ) durante bombardeamentos em lâminas de

diversos materiais, o que permitiu familiarizar-se com as propostas de modelos atômicos apresentados por Thomson e Rutherford (Melzer, 2017).

Nessa época, algumas teorias foram propostas, como, por exemplo, as ideias de John William Nicholson (1881 - 1955). No entanto, suas propostas não receberam reconhecimento devido ao fato de Nicholson ser astrônomo e não físico. Além disso, a rivalidade existente entre as universidades de Cambridge e Oxford pode ter influenciado (Melzer, 2017).

Foi somente após o trabalho de Bohr que os estudos sobre a teoria atômica apresentaram grandes avanços. Bohr analisou a absorção de energia em diversos materiais. Com base nos seus resultados e nas contribuições de outros físicos, Bohr apresentou uma explicação sobre como os elétrons se arranjavam dentro do átomo, propondo uma dinâmica de movimentação, sendo o comportamento do átomo de Hidrogênio (Melzer, 2017).

Por meio de seus modelos, Bohr realizou cálculos e apresentou dados que demonstravam como o modelo de Rutherford poderia obter resultados teóricos mais precisos ao analisar valores experimentais encontrados por ele próprio (Melzer, 2017).

De acordo com Bohr, o átomo é composto por um núcleo denso e carregado positivamente, cercado por elétrons que giram em órbitas a uma determinada velocidade. Esses elétrons, presentes na eletrosfera, exibem movimentos específicos que explicam as emissões atômicas dos elementos químicos (Melzer, 2017).

Para corrigir os problemas com o modelo atômico de Rutherford, Bohr propôs quatro postulados (Bunge, 1977, p.43):

- 1) O elétron percorre órbitas circulares ao redor do núcleo;
- 2) Enquanto o elétron está numa órbita, não emite nem absorve luz. Diz-se que o elétron se encontra num estado estacionário;
- 3) O elétron percorre uma determinada órbita  $n$ , com momento angular:

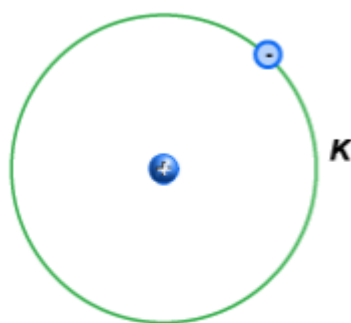
$$p = n \frac{h}{2\pi} \quad (\text{Equação 1})$$

- 4) Quando o elétron passa de um estado estacionário para outro, emite ou absorve luz de frequência:

$$\nu = \frac{\Delta E}{h} \quad (\text{Equação 2})$$

onde  $\Delta E$  é a diferença de energia entre os dois estados. Diz-se que o elétron fez uma transição do estado inicial ao estado final.

O modelo de átomo de Hidrogênio proposto por Bohr é representado pela Figura 9.



**átomo de hidrogênio**

**Figura 9** – Representação do átomo de Hidrogênio de Bohr

**Fonte:** Tec Ciência (2009).

A trajetória dos modelos atômicos foi essencial para o progresso da ciência, abrindo caminho para pesquisas mais profundas. Através dessas pesquisas e descobertas é possível moldar e aprimorar a compreensão do mundo microscópico dos átomos e da matéria. A visão inovadora e as contribuições de todos os cientistas permitiram avançar em direção a uma compreensão abrangente e precisa da estrutura atômica. As discussões desse projeto se encerram em Bohr, porque a proposta está diretamente direcionada para o ensino médio, que não trabalha diretamente com a teoria quântica do átomo, como propõe o modelo atômico de Schrodinger.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Este trabalho teve como objetivo geral propor a elaboração de uma UDM para o ensino de modelos atômicos, por meio da abordagem metodológica dos três momentos pedagógicos, em um contexto de ensino médio em rede pública. O que se pretendeu foi desenvolver um produto educacional para ser utilizado de base por professores do ensino médio para trabalhar a temática de modelos atômicos.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Para operacionalizar o desenvolvimento do objetivo geral de pesquisa, se propõe como objetivos específicos:

- Relacionar os diferentes elementos do modelo de planejamento, para desenvolver uma UDM para o ensino de modelos atômicos;
- Propor uma sequência de aulas centradas na abordagem metodológica dos três momentos pedagógicos;
- Elaborar atividades que envolvam a utilização de diferentes estratégias didáticas sobre o tema.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 O modelo de Unidades Didáticas Multiestratégicas**

A pesquisa proposta nesta monografia aborda um conceito amplamente discutido, mas se destaca ao desenvolver uma unidade didática multiestratégica que se alinha com a realidade de professores e alunos em escolas públicas..

A análise da UDM se baseia em dois referenciais: o referencial da própria UDM e o referencial teórico da abordagem metodológica adotada. O primeiro serve como ferramenta para examinar a fundamentação e o desenvolvimento do planejamento proposto, abrangendo todas as sete tarefas da UDM e avaliando a coerência e coesão.

Por outro lado, o referencial teórico da abordagem metodológica entra em cena para analisar a articulação entre os elementos do planejamento didático-pedagógico, especialmente nessa pesquisa foi selecionado como abordagem metodológica os três momentos pedagógicos..

Para elaboração da UDM é necessário realizar sete tarefas: Tarefa 1: caracterização do contexto da intervenção didático-pedagógica; Tarefa 2: análise científico-epistemológica; Tarefa 3: análise didático-pedagógica; Tarefa 4: escolha e caracterização da abordagem metodológica; Tarefa 5: seleção de objetivos; Tarefa 6: seleção de estratégias didáticas; Tarefa 7: seleção das estratégias de avaliação (Bego; Sgarbosa, 2016).A tarefa 1, caracterização do contexto, consiste em fornecer uma extensa caracterização do contexto da intervenção didático-pedagógica. Nesse exercício, é papel do professor explorar tanto a caracterização da unidade escolar, quanto a dos estudantes. A proposta é investigar as necessidades e as bagagens culturais únicas de cada estudante (Bego, 2016). Embora existam semelhanças, os contextos didáticos diferem de uma turma para outra. Portanto, segundo Sanmrtí (2009), ao realizar a tarefa 1 o professor deve reconhecer que o planejamento precisa levar em conta as particularidades dos alunos que serão ensinados e o ambiente no qual eles estão inseridos. Além disso, essa tarefa auxilia no protagonismo do professor, permitindo que ele compreenda profundamente as características da escola na qual irá atuar. Isso, por sua vez, auxilia na definição dos

objetivos, que consideram os diversos aspectos do trabalho docente, tanto institucional quanto sociopolítico (Bego, 2016). O Quadro 1 ilustra o *template* utilizado para a realização da tarefa 1.

**Quadro 1.** Matriz da tarefa 1 - Caracterização do contexto da intervenção didático-pedagógica.

| <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 Tarefa 2 aborda a Análise Científico-Epistemológica, cujo objetivo é estruturar os conteúdos de ensino e viabilizar uma atualização científica do professor. Nesse sentido, o docente deve executar as seguintes ações nesta tarefa:

I) Definir o conteúdo programático, garantindo a integração do planejamento de ensino com o plano curricular estabelecido pela instituição educacional. Essa relação é importante, pois o professor está em uma rede de ensino mais ampla, sendo assim, a autonomia do planejamento não pode ser confundida com independência, pois as diretrizes e orientações oficiais negociadas em nível de sociedade devem balizar as ideias do professor. Não são o planejamento do professor, mas serve como base para que o docente tome suas decisões (Ferrarini, 2020); II) Apresentar os pré-requisitos fundamentais para o desenvolvimento eficaz das atividades propostas, no qual deve ser apresentados quais conceitos os alunos devem compreender para ancorar os novos conhecimentos. Além do mais, esse

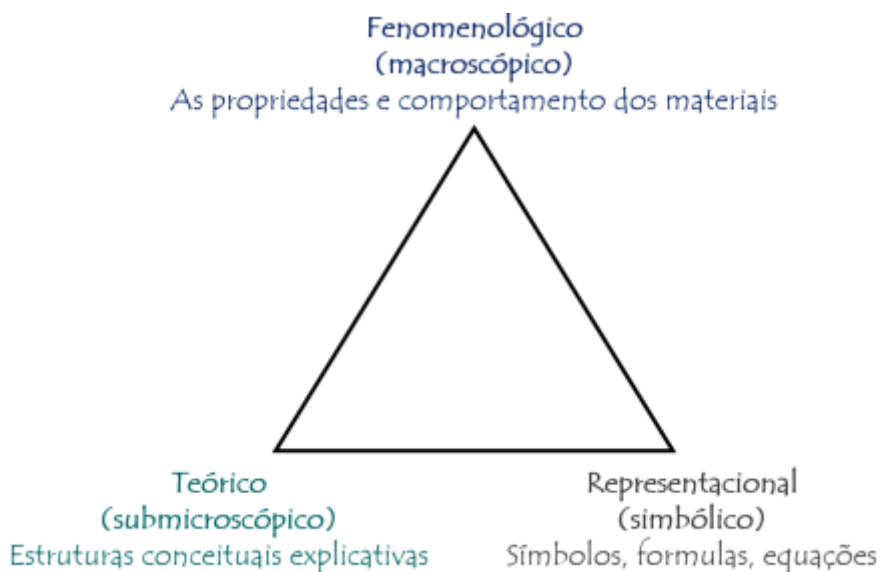
processo auxilia o professor em analisar o grau de complexidade do novo conteúdo e as suas relações com o planejamento em uma progressão horizontal (Bego, 2016);

III) Investigar as orientações curriculares oficiais, que podem ser acessadas nos sites das Secretarias Municipais e Estaduais de Educação, bem como da Secretaria da Educação Básica (Bego, 2016);

IV) Apresentar os conteúdos conceituais abordando seus aspectos teórico, fenomenológico e representacional (Morales, 2021). Estabelecer conexões entre esses três aspectos não é uma tarefa simples ou automática, envolve um processo que requer reflexão e aprofundamento em relação ao conhecimento químico, sendo necessário explorar a inter-relação entre os aspectos. O aspecto teórico trata das explicações em nível submicroscópico, baseadas em modelos, visando a compreensão de fenômenos observáveis. O aspecto fenomenológico relaciona-se ao nível macroscópico de um fenômeno químico, ou seja, o que pode ser empiricamente observado ou medido. Por sua vez, o aspecto representacional engloba as diversas formas de representação, como fórmulas, equações e símbolos da linguagem científica. Estes três aspectos são esquematizados conforme ilustrado na Figura 10 (Morales, 2021).

V) Realizar uma investigação sobre o perfil conceitual proposto pela literatura. Caso não encontre o perfil conceitual desejado, por falta de pesquisas ou então pela própria natureza do conceito, é sugerido apresentar um desenvolvimento histórico do conteúdo determinado (Morales, 2021).

VI) Por fim, é proposto por Bego (2016), apresentar um mapa conceitual que demonstra a estrutura do conteúdo, por meio de diagramas ou ferramentas gráficas, evidenciando as inter-relações entre os conceitos. O mapa conceitual, segundo Moreira (2012) e Silva e Delpino (2019) pode ser utilizado como uma ferramenta de interpretação, classificação e organização do conteúdo. Desse modo, a ferramenta auxilia o professor no processo de articular vários conceitos que serão trabalhados em uma sequência, de modo que facilite a relação entre eles.



**Figura 10** – Aspectos do conhecimento químico.

**Fonte:** Adaptado de Leal (2010, p. 17) e Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 277).

O Quadro 2 apresenta o *template* que deve ser preenchido pelo professor para realizar a segunda tarefa.

**Quadro 2.** Matriz da tarefa 2 - Análise científico-epistemológica.

| ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA                                                                                                                                                                                |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Conteúdo programático da UDM                                                                                                                                                                                     |  |
| Pré-requisitos para UDM                                                                                                                                                                                          |  |
| Orientações curriculares oficiais sobre o tema                                                                                                                                                                   |  |
| <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) |  |
| Perfil conceitual ou desenvolvimento histórico do conceito principal da UDM                                                                                                                                      |  |
| Esquema conceitual científico sobre o objeto de estudo da unidade didática (mapa conceitual)                                                                                                                     |  |
| Referências                                                                                                                                                                                                      |  |

**Fonte:** Adaptado de Ferrarini (2020, p. 123); Bego e Sgarbosa (2016, p. 17).

A terceira tarefa envolve a análise didático-pedagógica. Seu objetivo é delimitar os condicionantes do processo de ensino e aprendizagem. O professor deve realizar três atividades: I) Levantamento de concepções alternativas. Isso é desenvolvido por meio de levantamentos baseados em dados da literatura acadêmico-científica; II) Delimitação dos obstáculos epistemológicos relacionados ao tema; III) Explicitação das implicações para o ensino.

Após concluir essas tarefas, o professor pode refletir sobre os aspectos e dificuldades que os alunos podem enfrentar durante o processo de ensino e aprendizagem (Ferrarini, 2020). Por exemplo, após identificar concepções alternativas, o professor estará ciente das ideias que os alunos podem ter. Isso exige planejamento da UDM de forma adequada para abordar essas concepções. Também é importante abordar os obstáculos epistemológicos, buscando superá-los e evitando seu desenvolvimento. Na última etapa da tarefa, o professor deve refletir sobre as implicações das componentes mencionadas anteriormente. Nesse contexto, é necessário apresentar os aspectos prioritários para serem abordados e aqueles que devem ser evitados (Morales, 2021). O Quadro 3 mostra o *template* para o desenvolvimento dessa tarefa.

**Quadro 3.** 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. 123); Bego e Sgarbosa (2016, p. 17).

A quarta tarefa envolve a definição da abordagem metodológica, escolhida de forma autônoma pelo professor. Dessa forma, o objetivo é trazer consciência

sobre a concepção de ensino e aprendizagem adotada, visando assumir a concepção de ciência, uma concepção de escola e uma concepção de mundo. Para realizar essa tarefa é necessário seguir alguns procedimentos: I) apresentar os princípios psicopedagógicos da abordagem escolhida; II) delimitar os papéis do professor e dos alunos; III) e, por fim, descrever a concepção de ciência e suas implicações para o ensino (Bego, 2016).

A tarefa envolve explicitar as teorias psicológicas de fundo, as teorias pedagógicas, visão de ciência, visão de mundo, função do sistema educacional e a forma de condução do ensino. Portanto, após apresentar a abordagem metodológica e definir seus princípios, isso contribui para trazer coerência às próximas escolhas da UDM, como a definição de objetivos de aprendizagem, estratégias didáticas e avaliação. A abordagem metodológica busca articular os vários elementos do planejamento, trazendo unicidade (Bego; Sgarbosa, 2016). O Quadro 4 mostra o *template* para consecução dessa tarefa.

**Quadro 4.** Matriz da tarefa 4 - Abordagem metodológica.

| ABORDAGEM METODOLÓGICA                        |  |
|-----------------------------------------------|--|
| Princípios teórico-metodológicos da abordagem |  |
| Referências                                   |  |

**Fonte:** Ferrarini (2020, p. 127); Bego e Sgarbosa (2016, p. 18).

A quinta tarefa trata da seleção dos objetivos. Esses objetivos são fundamentais para estimular a reflexão sobre o potencial de aprendizagem dos alunos e fornecer referências para o processo de avaliação. Para essa tarefa, é crucial levar em conta as etapas pré-metodológicas anteriores (tarefas 1, 2 e 3). Ao explicitar para seus alunos os objetivos de aprendizagem, o professor deixa claro o que se espera que os discentes aprendam sobre o conteúdo específico (Bego; Ferrarini; Morales, 2021).

Dessa forma, é essencial que o professor estabeleça objetivos específicos para cada sequência didática (SD) e um objetivo geral. Isso possibilita uma avaliação formativa mais eficaz, permitindo ajustes durante a intervenção. É importante destacar que esses objetivos devem focar no processo dos alunos, não

no comportamento do professor. Deve ficar claro quais são as intenções do professor e o que se espera dos alunos (Bego; Ferrarini; Moralles, 2021).

Os objetivos específicos apresentados nas Sequências Didáticas (SD) devem estar alinhados com o objetivo geral, demonstrando uma progressão gradual na complexidade. Portanto, é necessário delimitar e hierarquizar esses objetivos em níveis de complexidade, seguindo a abordagem proposta na Taxonomia de Bloom revisada (Bego; Ferrarini; Moralles, 2021). A ideia principal de utilizar a taxonomia de Bloom revisada é organizar hierarquicamente o nível de complexidade, partindo dos objetivos mais simples para os mais complexos. Tem-se 6 categorias de domínio cognitivo que estão organizados de forma hierárquica (Ferraz; Belhot, 2010).

Além disso, segundo Ferraz e Belhot (2010), os objetivos, segundo a taxonomia de Bloom, são descritos por um verbo no infinitivo, o qual se relaciona com o nível cognitivo, além de apresentar um outro verbo no gerúndio, se referindo a como será atingindo esse objetivo. Segundo as autoras ao pensar, "[...] os objetivos em termos de verbos, substantivos e gerúndios, é possível escolher estratégias, conteúdos e instrumentos de avaliação eficazes e efetivos" (Ferraz; Belhot, 2010, p. 428).

Sendo assim, é indicado pelo autores a estrutura do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom revisada, apresentando os gerúndios associados a cada verbo, conforme mostra o Quadro 5.

**Quadro 5.** Estrutura do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom revisada e gerúndios.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <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).

A importância da taxonomia de Bloom nos objetivos é estar conectada com os princípios fundamentais da UDM. Isso significa que deve estar relacionada com tarefas realizadas anteriormente e as que serão realizadas posteriormente, além de articular-se com a abordagem metodológica adotada. Portanto, é necessário estabelecer um objetivo geral da UDM e objetivos específicos para cada SD. De acordo com a taxonomia de Bloom, o professor precisa determinar o conteúdo programático e o tempo destinado para cada SD (Morales, 2021). Dessa forma, o Quadro 6 apresenta o *template* utilizado para essa tarefa.

**Quadro 6.** Matriz da tarefa 5 - Definição do tema, objetivos de aprendizagem, sequência 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).

A sexta tarefa consiste na seleção das estratégias didáticas. Seu objetivo é determinar as estratégias usadas em cada SD, bem como sua estrutura e sequência. Além de denominar as estratégias utilizadas para o desenvolvimento dos conteúdos, essa tarefa define as ações a serem desenvolvidas pelo professor e pelos alunos (Bego; Ferrarini; Morales, 2021).

Considerando que a UDM propõe um planejamento multiestratégico, é crucial lembrar que isso oferece mais oportunidades de aprendizado aos alunos, que normalmente têm diferentes modos de aprender. Contudo, é preciso garantir coesão e coerência na UDM planejada, respeitando os objetivos e considerando a complexidade da taxonomia de Bloom e as especificidades da abordagem metodológica (Bego, 2016).

Por fim, a sétima tarefa engloba a seleção de estratégias de avaliação. Seu objetivo é avaliar o processo de ensino e as aprendizagens dos alunos. Isso é feito por meio da determinação do conteúdo da avaliação, das atividades e do desenvolvimento do tema. Além disso, envolve o planejamento de instrumentos para a coleta de informações sobre a efetividade da aprendizagem. Essa tarefa, em

conjunto com as atividades anteriores e a definição dos objetivos de aprendizagem, proporciona a oportunidade de avaliar a UD planejada (Bego; Ferrarini; Moralles, 2021). O Quadro 7 mostra o *template* para as últimas tarefas da UDM.

**Quadro 7.** Matriz das tarefas 6 e 7 - Seleção de estratégias didáticas e de avaliação.

| SELEÇÃO DE ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DE AVALIAÇÃO |                            |                           |                                                              |                           |                                  |
|-------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| <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).

As sete tarefas apresentadas foram empregadas na elaboração do planejamento didático-pedagógico proposto. Além disso, esse referencial apresentado é amplamente utilizado para analisar o próprio planejamento, considerando sua unicidade e coerência. Na próxima seção, será apresentado o referencial da abordagem metodológica adotada, que auxiliará na análise da UDM.

### 3.2 Abordagem metodológica como eixo central do planejamento

A abordagem metodológica adotada para trabalhar na UDM é os Três Momentos Pedagógicos (3MP). Esta abordagem foi proposta pelos pesquisadores

do ensino de Física Demétrio Delizoicov e José André Angotti (1990) e investigada posteriormente por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Conforme explicado por Delizoicov e Angotti (1990), a metodologia dos 3MP adota três etapas distintas para o processo de ensino. Essas etapas permitem ao professor organizar o conteúdo a ser trabalhado da seguinte forma: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

A primeira etapa é a problematização inicial. Nela o professor parte de uma situação concreta na qual os alunos estão inseridos e que faz parte de sua vivência na sociedade. Geralmente, essa situação é trazida pelos próprios alunos para a sala de aula, desempenhando um papel fundamental ao estimular a participação e auxiliar o professor no desenvolvimento das etapas subsequentes. Nesse estágio inicial, o papel do professor não é fornecer explicações ou respostas prontas, mas sim coordenar a discussão entre os alunos. Isso tem como intuito instigar dúvidas e questionamentos sobre o tema, fortalecendo um debate que apresente possíveis lacunas no entendimento dos alunos e limitações em relação ao conhecimento existente (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002; Locatelli; Crestani; Rosa, 2020).

Assim, o objetivo desse primeiro momento é permitir que os alunos obtenham uma visão panorâmica e problematizada do assunto, de forma a despertar a necessidade de adquirir novos conhecimentos. Isso é alcançado por meio de motivação, formulação de hipóteses, reflexão e construção de estratégias para solucionar as questões levantadas (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002; Locatelli; Crestani; Rosa, 2020).

O segundo momento é a organização do conhecimento. Nesta etapa, enfatizam-se os conhecimentos científicos relacionados ao conteúdo discutido no primeiro momento. O professor busca materiais didáticos e atividades que despertem o desejo de aprendizado nos alunos. O objetivo é que os alunos encontrem respostas para o problema que lhes foi proposto inicialmente .. O professor desempenha um papel ativo e mediado, utilizando diversas abordagens para desenvolver o conteúdo e mediar a construção do conhecimento (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

Nesta etapa, ocorre a desconstrução do *senso comum* e das concepções alternativas que os alunos possam ter sobre o conteúdo. Portanto, é responsabilidade do professor auxiliar na construção de uma perspectiva mais crítica nos alunos, utilizando o conhecimento científico como base. Para isso, é importante

que o professor adote medidas didáticas variadas e se apoie em uma variedade de estratégias didáticas. É crucial reconhecer a singularidade de cada aluno e sua maneira única de aprender os conteúdos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

O terceiro e último momento é a aplicação do conhecimento. Nesse momento, ocorre a utilização prática dos conhecimentos adquiridos pelos alunos em situações do seu cotidiano para resolver os problemas apresentados. Isso implica na integração entre situações reais e o conhecimento científico. Por fim, os alunos são desafiados a abordar o conteúdo estudado para analisar não apenas as situações apresentadas no primeiro momento, mas também outras que compartilhem o mesmo escopo teórico (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002; Locatelli; Crestani; Rosa, 2020).

A utilização desta abordagem dentro da sala de aula tem como objetivo possibilitar a participação ativa dos alunos durante as aulas. São apresentadas uma variedade de atividades diversificadas que abrangem todos os alunos, aumentando o interesse deles e superando as dificuldades que possam surgir durante o processo de ensino e aprendizagem (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

De forma geral, os 3MP partem da hipótese de que os alunos são sujeitos da aprendizagem, e o professor leva em consideração as diferenças de aprendizagem entre cada um deles. Cada aluno possui sua própria realidade e contexto, sendo função dessa metodologia torná-los mais críticos (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

Sendo assim, essa metodologia foi escolhida com o objetivo de fazer com que o aluno compreenda e relacione melhor as situações em que vive com o conteúdo adotado, neste caso, os modelos atômicos. O estudo dos modelos é de grande importância para a compreensão da estrutura fundamental da matéria que nos rodeia.

Ao utilizar essa abordagem metodológica, foram desenhados os objetivos, as estratégias didáticas e de avaliativas sobre os modelos atômicos, visando à elaboração da UDM. Os 3MP devem ser aplicados de forma crítica, buscando um processo de ensino e aprendizagem eficaz tanto para o professor quanto para o aluno.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Tarefa 1 – Contexto da intervenção didático-pedagógica**

A primeira etapa do planejamento da UDM foi conduzida de maneira genérica, sem se direcionar a uma instituição de ensino específica. Portanto, as características apresentadas se baseiam nas experiências da pesquisadora durante o ensino fundamental e médio, em escolas da rede pública. Dessa forma, a UDM foi projetada para alunos do ensino médio de uma escola pública.

Nessa etapa inicial, o planejamento consiste em compreender o contexto social no qual os alunos estão inseridos. Essa compreensão servirá como base para a tomada de decisões didáticas e a definição dos objetivos da UDM, de forma a alinhar as escolhas com a realidade desses alunos. Geralmente, em escolas públicas, encontramos alunos de baixa renda em salas de aula com um grande número de estudantes, variando entre 30 a 40 alunos por sala. Cada aluno é único e apresenta diferenças dos outros, o que resulta em uma notável diversidade. Portanto, para cultivar o interesse dos alunos e captar a atenção de todos, é imperativo buscar alternativas, como diferentes tipos de atividades e a variação das estratégias didáticas. Além disso, é essencial empregar métodos avaliativos que abordem essa diversidade de aprender

Considerando que as redes de ensino podem apresentar características distintas, dependendo da localização, essa etapa foi descrita de maneira flexível, permitindo modificações de acordo com o contexto específico de cada rede de ensino. Para isso, é crucial ter conhecimento sobre os recursos disponíveis na escola, o que será fundamental para a seleção das estratégias didáticas a serem adotadas. Além disso, é importante compreender a realidade social em que os alunos estão inseridos. Isso contribuirá para uma melhor compreensão, problematização e contextualização dos conteúdos abordados, tornando o processo de aprendizado mais eficaz.

### **4.2 Tarefa 2 – Análise científico-epistemológica**

Para a segunda tarefa da elaboração da UDM, optou-se pelo conteúdo programático relacionado à evolução dos modelos atômicos, que abrange os

modelos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. A escolha desse conteúdo se justifica, como já mencionado anteriormente, pelo fato de ser uma das primeiras abordagens da Química no currículo oficial do ensino médio. Portanto, é um tema que merece uma atenção especial e um tratamento cuidadoso.

Para aprofundar os estudos em Química, é fundamental compreender a evolução de cada um desses modelos, bem como as limitações que levaram à criação de modelos subsequentes. É igualmente importante analisar as contribuições que cada modelo trouxe para o desenvolvimento de novos conceitos na área.

Além disso, a escolha deste conteúdo se deve ao fato de ser, frequentemente, abordado de maneira tradicional, o que não potencializa o processo de ensino e aprendizagem. A natureza abstrata do tema, visto que os alunos não podem visualizar diretamente os átomos, requer explicações em nível submicroscópico, baseadas em modelos científicos. Portanto, é responsabilidade do professor abordar os aspectos teóricos, fenomenológicos e representacionais do assunto. No entanto, estabelecer conexões entre esses três aspectos não é uma tarefa simples (Morales, 2021).

Para que os alunos possam compreender efetivamente o conteúdo programático escolhido, é importante que possuam conhecimentos prévios adquiridos em anos anteriores no ensino formal. Isso inclui: *I)* compreender o conceito de modelo científico, pois como os modelos atômicos são representações abstratas, entender o conceito de modelo auxilia a reconhecer que são representações parciais da realidade que buscam interpretar e prever fenômenos. Além disso, também auxilia na compreensão de que todos os modelos têm suas limitações, pois eles não conseguem abranger toda a complexidade do mundo real.; *II)* linguagem simbólica da química, pois é fundamental para comunicar e interpretar os conceitos químicos de modo mais eficaz; *III)* conceitos fundamentais como natureza elétrica da matéria, lei de Coulomb, conceito de massa, noções básicas de física mecânica e elétrica.

Com esses pré-requisitos em mente, tanto o professor quanto os alunos encontrarão maior facilidade no avanço dos novos conceitos. Isso possibilitará uma compreensão mais eficaz por parte dos alunos, evitando a necessidade de revisar constantemente esses conceitos nas aulas subsequentes.

Posteriormente, por meio do Currículo Paulista (2019), sendo este fundamentado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foram analisadas as orientações curriculares oficiais sobre o tema, visto que a UDM proposta é elaborada para escolas públicas do estado de São Paulo. Segundo as orientações oficiais, os alunos terão estudos sobre a evolução de modelos atômicos somente no 3º bimestre do 1º ano do ensino médio. Por meio de pesquisas nos currículos, foi observado que nos próximos anos, os alunos terão estudos mais avançados sobre o modelo de Rutherford e Bohr. Portanto, é necessário que o conteúdo trabalhado nesse momento seja eficaz para os alunos, auxiliando-os nos conteúdos futuros.

Em relação aos conteúdos conceituais, este foi dividido em três partes, no qual é apresentado o aspecto fenomenológico, teórico e representacional. O aspecto fenomenológico vai apresentar uma perspectiva macroscópica, obtida por meio dos sentidos ou com instrumentos de medida. Nesse aspecto pode-se citar fenômenos como a fluorescência na ampola de Crookes, a impressão nas chapas fotográficas após a colisão das partículas alfa na folha de ouro, as diferentes cores dos fogos de artifício, o espectro contínuo de luz, o teste de chama, entre outros.

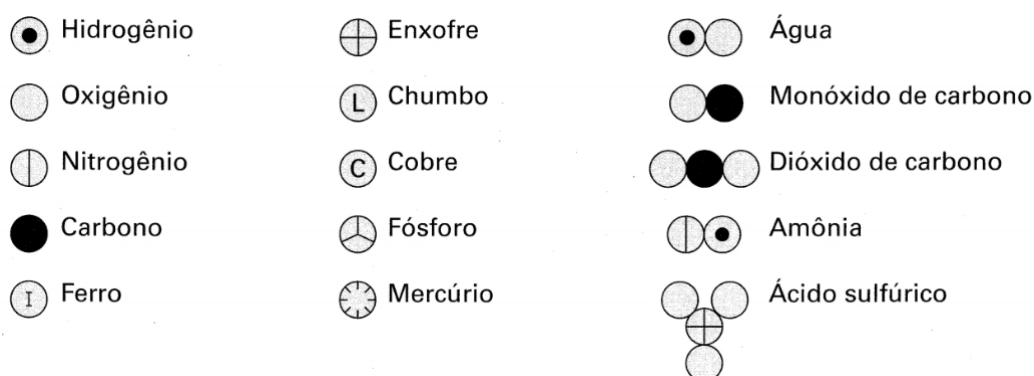
O aspecto teórico diz respeito à evolução de cada modelo atômico, de modo que os cientistas buscavam solucionar as limitações dos modelos anteriores. Dalton propôs um modelo em que os átomos são esferas sólidas e indivisíveis, sendo que cada elemento é diferenciado por sua massa e as reações químicas são baseadas em combinações de átomos em proporções definidas. Todavia, esse modelo não consegue explicar a estrutura interna do átomo, além de não interpretar as leis volumétricas de Gay-Lussac. Quando se refere a incapacidade do modelo de explicar a existência de partículas subatômicas e a estrutura interna mais complexa dos átomos, como foi descoberto posteriormente com o avanço das pesquisas. Já o modelo atômico proposto por Thomson, ficou caracterizado como “pudim de passas”, tem em sua estrutura elétrons incrustados em uma esfera de carga positiva. Este modelo conseguiu solucionar a limitação do modelo atômico de Dalton, porém, ainda não conseguia explicar a deflexão das partículas alfa, por exemplo. O modelo de Rutherford, conhecido como “sistema solar” apresenta o átomo com um núcleo central, sendo ele carregado positivamente. A maior parte da massa está concentrada no núcleo e os elétrons orbitando esse centro massivo. Este modelo foi proposto por meio do experimento da dispersão alfa. Por fim, Bohr

propôs um modelo que trazia as ideias de que os elétrons estavam distribuídos em camadas ao redor do núcleo. Esses elétrons se movimentam em sentido circulares, sendo que as órbitas que esses estão distribuídos apresentam energias definidas. O elétron só pode deixar uma órbita se ganhar ou perder energia. Esse modelo solucionou o problema do átomo de Rutherford, onde os elétrons poderiam perder energia até colapsar com o núcleo.

Portanto, a evolução dos modelos atômicos trouxe a necessidade de superar as limitações dos modelos anteriores, trazendo novas descobertas científicas e teorias, que trazem uma descrição mais precisa dos fenômenos.

Por fim, o aspecto representacional traz uma representação dos aspectos fenomenológicos cientificamente por meio de esboços dos modelos atômicos e dos símbolos utilizados. Os esboços dos modelos atômicos propostos por cada um dos cientistas, foram apresentados nas Figuras 4, 7, 8 e 9.

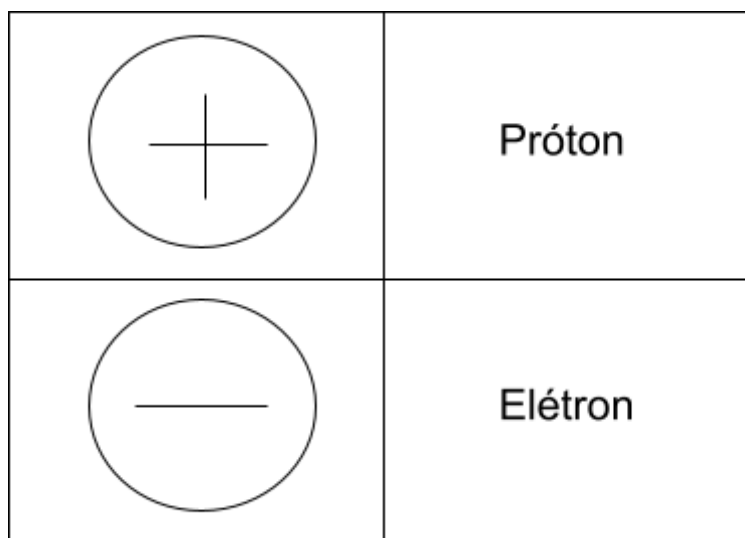
Além dos esboços dos modelos, para auxiliar os alunos, também pode ser utilizado como aspecto representacional, as representações dos elementos propostos por Dalton. Essa simbologia é representada na Figura 11.



**Figura 11** – Representação de átomos de diferentes elementos segundo Dalton.

**Fonte:** Rozenberg, 2002, p. 47.

As partículas subatômicas, próton e elétron também podem ser representadas simbolicamente, conforme mostra a Figura 12.



**Figura 12** – Representação das partículas subatômicas

**Fonte:** Elaborado pelos autores.

É importante que o aluno compreenda que os conteúdos científicos não são isolados e que existe uma história por trás. Portanto, é extremamente necessário entender a relação que existe entre o conceito ensinado com a evolução do conhecimento científico, pois garante que o aluno tenha uma visão geral. Deste modo, segundo Mortimer (1996), existe uma ferramenta metodológica que possibilita analisar a evolução do conceito científico, o perfil conceitual. Este perfil tem como objetivo modelar, por meio de zonas conceituais, sendo que são evolutivas em termos de complexidade (Mortimer, 1996). Portanto, para o conteúdo de modelos atômicos é proposto por Lopes (2017) o perfil apresentado no Quadro 8.

**Quadro 8.** Perfil conceitual de átomo.

| Zona | Nome                   | Caracterização                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I    | <b>Sensorialista</b>   | Caracteriza-se pela negação ao conceito de átomo, a zona contínua do perfil tem como principal obstáculo para a evolução conceitual a negação da possibilidade da existência de espaços vazios na matéria. Este obstáculo tem natureza ontológica, pois sua superação envolve a aceitação sobre a ideia de vácuo. |
| II   | <b>Substancialista</b> | Atribui as propriedades macroscópicas da matéria às propriedades das partículas, por exemplo, a fusão de uma substância é justificada pela mudança de estado físico das partículas.                                                                                                                               |
| III  | <b>Clássica</b>        | Tem o átomo como unidade básica da constituição da matéria, considera as características de conservação da matéria após as transformações químicas.                                                                                                                                                               |
| IV   | <b>Quântica</b>        | Considera as aplicações da mecânica quântica na explicação do comportamento atômico, o modelo das órbitas estacionárias, saltos quânticos, dualidade do elétron. A quarta zona do perfil pertence a uma diferente categoria ontológica em relação aos três estágios anteriores.                                   |

**Fonte:** Mortimer (2000, p. 124-136).



Ao explorar modelos atômicos, a primeira ideia que nos ocorre é a dos átomos, que, em nossa compreensão atual, podem ser considerados tanto partículas quanto ondas.

O primeiro modelo atômico a ser examinado foi proposto por Dalton e é conhecido como o "modelo da bola de bilhar". Neste modelo, o átomo é considerado uma estrutura maciça, esférica, indivisível e indestrutível. Segundo Dalton, o átomo é a menor unidade da matéria e é eletricamente neutro, sem a presença de cargas. O qual apresenta como limitação os fenômenos elétricos, sendo este aplicado pelo modelo atômico seguinte.

O modelo atômico subsequente, proposto por Thomson, é apelidado de "modelo do pudim de passas". Nesse modelo, o átomo se torna divisível em partículas menores com cargas negativas, chamadas elétrons, embora o átomo permaneça eletricamente neutro. O modelo aplica sua teoria nos fenômenos elétricos, o qual foi explicado melhor pelo modelo atômico de Rutherford. Além disso, o modelo de Thomson ficou limitado, pois não conseguia explicar o espalhamento das partículas alfa ( ${}^4_2\alpha$ ), sendo que este foi explicado e comprovado também por Rutherford.

O terceiro modelo apresentado é o de Rutherford, conhecido como o "modelo planetário". Este modelo descreve o átomo como tendo um núcleo central onde reside a maior parte de sua massa, composto por partículas positivas, prótons, e partículas sem carga, nêutrons. Além disso, há uma eletrosfera que abriga partículas negativas, os elétrons. Diferentemente do modelo de Dalton, o modelo de Rutherford é divisível e introduz conceitos como a natureza elétrica da matéria, a divisibilidade do átomo e a existência de partículas carregadas.

O último modelo apresentado em nosso mapa conceitual é o modelo de Bohr. Nesse modelo, o átomo é novamente divisível e possui cargas positivas (prótons) e negativas (elétrons). Os elétrons orbitam em órbitas circulares ao redor do núcleo, chamadas de órbitas estacionárias, com cada órbita representando uma energia constante. Isso implica que os elétrons não emitem nem absorvem energia ao se movimentarem em órbitas estacionárias.

### **4.3 Tarefa 3 – Análise didático-pedagógica**

A tarefa 3 do planejamento da UDM trata-se da análise didático-pedagógica, no qual se relaciona com o conteúdo científico trabalhado. Nessa etapa, o professor

tem a possibilidade de se preparar para as dificuldades e implicações que podem surgir durante o processo de ensino e aprendizagem, no caso de concepções alternativas dos alunos e dos obstáculos epistemológicos.

De acordo com algumas pesquisas, é possível perceber a tendência que existe tanto para os alunos quanto professores, ao apresentarem uma certa dificuldade para estudar sobre os modelos atômicos. Em alguns casos, os alunos não conseguem visualizar corretamente o mundo submicroscópico, de modo que não conseguem fazer relações dos conhecimentos com o fenômenos do dia a dia, sendo este os fenômenos macroscópicos. Enquanto os professores apresentam dificuldade em articular os dois níveis (Mortimer, 2000; Pozo; Gomes, 2009).

(...) o conteúdo abordado nas propostas precisa englobar aspectos macroscópicos (fenomenológico) e microscópicos (teórico-conceitual e atômico-molecular) do conhecimento químico. Além disso, enfatizam que o nível microscópico deveria ser abordado pelo estudo de modelos simplificados, mais acessíveis à compreensão dos alunos, e pela problematização anterior de aspectos macroscópicos das propriedades dos materiais e de suas transformações (Santos, Schnetzler, 1997, p. 107).

Deste modo, com objetivo de apresentar uma planejamento que se enquadre com o contexto do aluno e que seja efetivo, será apresentado as principais concepções alternativas sobre a temáticas, de acordo com a literatura especializada.

Segundo Inocêncio e Midões (2011), durante uma pesquisa realizada com alunos sobre os modelos atômicos, foram identificadas algumas concepções alternativas, como “o átomo é uma subpartícula”, visto que o átomo não é uma subpartícula, mas sim formado por subpartículas. Outras concepções como: “o átomo é um elemento químico” é um equívoco, pois é por meio de um conjunto de átomos com o mesmo número de prótons que caracteriza um elemento químico; “o íon é uma partícula presente no átomo” os alunos confundem os íons como as partículas subatômicas que formam os átomos, isto é, confundem com elétrons e nêutrons, sendo que em alguns casos, os alunos esquecem até dos prótons; por fim, é apresentado por eles que muitos acreditam que as substâncias químicas são somente produzidas, isto é, aquelas encontradas somente no laboratório, e que não existem na natureza.

Segundo Vasconcellos e colaboradores (2016), os alunos adquirem algumas concepções construídas durante o ensino fundamental, como “o átomo é uma pequena partícula”. Sabe-se que, de acordo com a teoria atômica, os átomos são

formados por um núcleo, de prótons e nêutrons, cercado por elétrons em órbita. Mesmo que os átomos sejam pequenos quando se compara com a escala dos objetos, eles apresentam uma grande complexidade e apresentam uma estrutura interna. Deste modo, apresentar o átomo como uma pequena partícula é considerado como um modo simplista de introduzir o conceito de átomo, pois não considera a complexidade da estrutura.

Além disso, ainda segundo Vasconcellos e colaboradores (2016), os alunos, muitas vezes, representam o átomo como células.

Diante disso, percebe-se que os alunos podem adquirir algumas concepções alternativas durante o ensino fundamental e carregá-las para o ensino médio, devido a possíveis erros em livros didáticos. Além disso, algumas concepções alternativas também podem ter origem no próprio senso comum.

As concepções alternativas estão relacionadas com os obstáculos epistemológicos. Segundo Lopes (2007), a discussão realizada sobre os obstáculos torna-se importante pois considera que o desenvolvimento da ciência é um processo descontínuo. Isso envolve a necessidade constante de superação de conhecimentos prévios a fim de abrir caminho para a construção de novos saberes. Entretanto, durante o processo é necessário superar os obstáculos epistemológicos.

Neste sentido, os obstáculos podem ser classificados como: da primeira experiência, verbais, animistas, substancialistas e realistas.

De acordo com Lopes (2007), os obstáculos verbais são observados por meio da utilização de analogias ou de termos que podem substituir uma explicação lógica do conceito. Normalmente esses obstáculos estão mais correlacionados com o modelo atômico de Dalton como uma bola de bilhar, modelo atômico de Thomson com o pudim de passas e o modelo atômico de Rutherford com o sistema solar. Um exemplo amplamente utilizado é a analogia da carga positiva no modelo de Thomson, que pode ser compreendida visualizando um panetone. Nesse modelo, a "massa" do panetone representa a carga positiva, enquanto as "frutas cristalizadas" simbolizam os elétrons negativos dispersos por ela. Além disso, outra representação é aplicada para ilustrar o fenômeno da emissão de partículas no experimento de Rutherford, onde um dispositivo similar a uma "metralhadora" dispara partículas alfa. Outra analogia comum é relacionada à capacidade dos elétrons de "saltar" entre diferentes níveis de energia, assemelhando-se a "degraus" em uma escada.

Os obstáculos animistas são relacionados à atribuição de características vivas aos átomos, como desejos e sentimentos (Lopes, 2007). Sendo assim, destaque-se a situação onde é utilizado o termo “salto quântico” para uma descrição científica da diferença de energia dos elétrons ao transitar entre os níveis de energia do átomo. A utilização do termo “salto” pode induzir uma interpretação animista, sendo que os alunos podem pensar que os elétrons têm a opção de escolha e/ou que estão agindo como seres conscientes.

Os obstáculos substancialistas são caracterizados por atribuir a conceitos qualidades sem considerá-los como um todo (Lopes, 2007). Portanto, torna-se evidente quando os alunos atribuem propriedades físicas e químicas diretamente aos átomos, ou seja, quando afirmam que os átomos possuem características distintas, como pontos de fusão e ebulição. Essa abordagem implica em atribuir propriedades aos átomos, embora seja inadequado discutir tais propriedades em nível individual de átomos ou moléculas. No entanto, essas propriedades devem ser abordadas no contexto do conjunto de átomos e moléculas, pois os átomos não possuem tais propriedades de forma intrínseca (Reis, 2015). É importante superar esses obstáculos, de modo que auxilie os alunos a compreender que as propriedades dos materiais são resultados das interações que existem entre os átomos e moléculas, e não provém de características dos átomos individuais.

Por fim, os obstáculos realistas caracterizam-se pelo fato dos estudantes assumirem como real e concreto um modelo abstrato (Lopes, 2017). O obstáculo se torna aparente quando as pessoas concebem o átomo como uma entidade sólida e indivisível, muitas vezes comparando-o a uma pequena bola ou a um simples grão de areia. Essa visão reflete a dificuldade em compreender os modelos abstratos da matéria. Os filósofos gregos, por exemplo, associavam a ideia de átomos à observação de partículas de poeira, estabelecendo uma conexão com o senso comum. Outra situação em que esse obstáculo pode ser observado ocorre quando se tenta representar a relação entre o núcleo do átomo e a eletrosfera, muitas vezes utilizando analogias como uma bola em um estádio de futebol ou um grão de areia na praia.

Analisar as concepções alternativas e os obstáculos epistemológicos em relação ao conceito que será trabalhado auxilia o professor a construir um conhecimento científico mais estruturado, consistente e claro, de modo que evite

simbolismos que atrapalham o entendimento do assunto e que garantam uma educação científica completa. Portanto, foram escolhidos os aspectos a evitar e os aspectos a reforçar.

Aspectos a evitar:

- Evitar a utilização de expressões e analogias em excesso e incoerentes que distanciam o aluno da formação da linguagem científica. Por exemplo, evitar analogias como ‘bola de bilhar’, “pudim de passas” e “sistema solar”. É necessário, para superar os obstáculos, abordar uma linguagem de forma mais precisa. Sempre que se utilizar uma analogia deve-se deixar explícito qual é o domínio do análogo e quais pontos não são comparáveis;
- Evitar a atribuição de características humanas/vitais aos modelos atômicos durante a explicação dos conceitos, isto é, por exemplo, evitar o uso da palavra “salto”, pois, ao falar “saltos quânticos” pode ser atribuída vida ao átomo. Nesse caso é importante explicar que o termo “salto” é uma metáfora, que é usado para deixar mais simples a explicação das transições de energia nos átomos, porém os elétrons não estão realmente “saltando” como seres animados;
- Evitar o modelo anterior como “errado” e, por este motivo, ser substituído. Ou seja, é necessário destacar que o modelo anterior, mesmo que não seja totalmente preciso e completo, foi uma etapa necessária para o desenvolvimento do conhecimento científico e é coerente para interpretar uma parte importante dos fenômenos;
- Evitar a explicação de um modelo sem apresentar a história que promoveu a ruptura com o modelo anterior. É importante contextualizar o novo modelo na evolução histórica do conhecimento científico, quais descobertas e experimentos ajudaram a desenvolver sua formulação.

Aspectos a enfatizar:

- Enfatizar que o conhecimento químico está em constante evolução, isto é, sujeito a mudanças e revisões ao longo do tempo. Portanto, o conhecimento químico está sujeito a melhorias e avanços à medida que novas evidências científicas são elucidadas, fazendo com que novas teorias sejam desenvolvidas;

- Enfatizar aos alunos que ao longo da história da ciência os modelos atômicos evoluíram de modo que novas evidências foram feitas. Portanto, cada modelo representa uma mudança significativa de como os cientistas conceberam os átomos e suas interações;
- Enfatizar o progresso das teorias e modelos atômicos ao longo da história da ciência, seguindo uma linha de pensamento que leva a uma compreensão mais profunda e atualizada do assunto. Ao enfatizar a progressão histórica, os alunos irão desenvolver uma compreensão mais profunda sobre o conteúdo, pois irão entender que as teorias atômicas foram refinadas e aprimoradas ao longo do tempo.

Desta maneira, é importante que o professor antecipe as dificuldades que os alunos poderão ter, por meio de um levantamento na literatura em relação as possíveis concepções alternativas e obstáculos epistemológicos, de modo que seja possível preparar as aulas que evitem bloqueios na aprendizagem dos alunos e rompimento com o senso comum, trazendo uma proximidade com o conhecimento científico.

#### **4.4 Tarefa 4 – Abordagem metodológica**

Foi escolhida uma abordagem metodológica, que conflita com o modelo tradicional de ensino. A abordagem que foi explorada é conhecida como 3MP, a qual foi desenvolvida por Demétrio Delizoicov e José André Angotti.

A abordagem 3MP, especificamente, é uma metodologia destinada ao Ensino de Ciências, subdividida em três fases que orientam o processo de ensino e aprendizagem, conforme delineado por Delizoicov e Angotti (1994):

- O primeiro momento é a problematização inicial, no qual o professor busca contextualizar e problematizar o conhecimento científico. Nesse momento pode-se identificar os conhecimentos prévios dos alunos e possíveis concepções alternativas.
- O segundo momento é a organização do conhecimento, no qual o professor utiliza o conhecimento científico para aprofundar o tema. Isso é feito por meio de estratégias didáticas como: estudo em grupo, exposição dialogada, uso da experimentação, apresentação de seminários, entre outras.

- O terceiro e último momento é a aplicação do conhecimento, no qual o professor auxilia os alunos a incorporarem o conhecimento adquirido, capacitando-os para aplicar as conceituações científicas e resolver o problema inicial.

O conhecimento científico é considerado como uma interpretação da nossa compreensão sobre os fenômenos. Isso é respaldado por uma base filosófica idealista e pela filosofia pedagógica e psicológica de Freire, que enfatiza que a educação e o conhecimento devem capacitar o aluno a se tornar um agente de transformação em sua própria realidade.

Essa metodologia também atende as orientações curriculares que são propostas no Currículo Paulista, apresentando as competências gerais da educação básica:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (São Paulo, 2019, p. 23).

Portanto, o assunto trabalhado deve fazer parte da realidade dos alunos, de modo que aproxime os conhecimentos científicos do cotidiano, resultando em reflexões críticas à problemática. Os alunos devem buscar soluções para resolver o problema inicial, de modo que contribua com o aprendizado ativo do conhecimento científico.

#### **4.5 Tarefa 5 – Seleção dos objetivos de aprendizagem**

Nessa tarefa da UDM são apresentados os objetivos de aprendizagem que serão trabalhados nas aulas propostas. Portanto, é importante que sejam consideradas todas as tarefas realizadas até o momento, pois essa etapa tem como característica:

configura a explicação da autonomia profissional docente na medida em que a definição do objetivo de aprendizagem da UDM envolve a realização de escolhas e a fixação das interações de ensino do professor e irá guiar, posteriormente, a escolha e a estruturação das estratégias didáticas e de avaliação (Ferrarini, 2020, p. 128).

Os objetivos das SD foram definidos de acordo com a Taxonomia de Bloom revisada, como já apresentado anteriormente. Sabe-se que os objetivos da Taxonomia de Bloom revisada apresenta uma estrutura hierárquica, isto é, em níveis

de complexidade crescente, de modo que esses objetivos refletem o nível de conhecimento desejados para que os alunos construam um processo educacional de forma consciente. Portanto, os objetivos são descritos por meio da utilização de verbos de ação no infinitivo, o qual descrevem os processos cognitivos desejados, e os substantivos que formam a base para apresentar o conhecimento ensinado, e por fim, os verbos no gerúndio descrevem a forma que esses objetivos serão alcançados (Ferraz, Belhot, 2010).

Os objetivos da UDM foram definidos de acordo com as premissas da abordagem metodológica, que estruturou o ensino pela sequência: (1) problematização inicial; (2) organização do conhecimento; e (3) aplicação do conhecimento.

A UDM construída utilizou a evolução dos modelos atômicos, deste modo, o primeiro passo foi a escolha do nome, sendo “Uma jornada pela estrutura dos átomos”, porque a UDM, juntamente com a abordagem metodológica escolhida, apresenta a ideia de explorar a evolução dos modelos de átomos ao longo do tempo.

O objetivo geral da UDM foi proposto como: “Analisar os conceitos aprendidos sobre a evolução de cada modelo atômico, organizando suas potencialidades e limitações”. Para alcançar o objetivo geral de pesquisa foram definidas 3 SD, com o conteúdo distribuído em 9 aulas.

Para a primeira SD, que foi dividida em duas aulas, o título escolhido foi “O primeiro passo na jornada científica”, pois nessas aulas os alunos iniciarão os estudos sobre o conceito de átomo e a introdução sobre os principais modelos atômicos. O conteúdo programático previsto para essa SD, na primeira aula, que possui 45 minutos, aborda a introdução à estrutura do átomo e a importância dos modelos atômicos (relevância na química e na física e aplicações na vida cotidiana e na ciência). Mas antes das definições, será entregue aos alunos um estudo de caso que será solucionado por eles ao final da SD. O estudo de caso narra a jornada de uma equipe de cientistas e pesquisadores da Universidade em busca de desvendar o mistério por trás da “substância X (SX)”. Logo após, será realizado com os alunos um *Brainstorm*, para iniciar o conceito de átomo. Na segunda aula será abordado a exploração dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford, Thomson e Bohr, apresentando as estruturas de átomos de cada um dos cientistas. O objetivo dessa sequência, voltado para a Taxonomia de Bloom é “Entender o que é um

átomo, explicando os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, e as evidências que os apoiaram”. O verbo entender está no segundo nível, sendo que está “relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido” (Ferraz; Belhot, 2010, p. 429).

A segunda SD é composta por 4 aulas, tem-se como objetivo “Entender a evolução dos modelos atômicos, explicando as características, limitações e avanços de cada modelo” e como título “Construindo a compreensão”. O título foi escolhido devido ao fato que nessa SD os alunos devem entender melhor como ocorreu a evolução de cada modelo atômico, apresentando suas características, onde cada um se aplica e suas limitações. Para fixar melhor o conteúdo, os alunos serão divididos em grupos para realizar uma breve apresentação sobre os modelos atômicos. Cada grupo ficará responsável por um modelo atômico, para isso terão um tempo para fazer uma pequena pesquisa e logo após apresentar para a sala. Após as apresentações, o professor conduzirá aulas expositivas dialogadas, revisitando cada um desses modelos, a fim de garantir que os alunos alcancem uma compreensão sólida do conteúdo abordado.

A terceira e última SD tem como título “Modelos atômicos em ação”, pois nessa SD os alunos terão a oportunidade de colocar em prática a teoria atômica proposta por Bohr, e utilizarão todos os conceitos trabalhados para solucionar o estudo de caso. O objetivo é “Aplicar as premissas da teoria atômica de Bohr, executando testes de chama para a compreensão das transições eletrônicas”, sendo composto por 3 aulas. Nessa SD os alunos vão realizar o teste de chama com o objetivo de compreender melhor as transições eletrônicas. Para isso, os conteúdos programáticos serão transições eletrônicas, e na próxima aula, contribuições e limitações dos modelos ao longo da história. Na próxima aula, os alunos deverão solucionar o estudo de caso proposto na primeira aula. Para finalizar a SD sobre modelos atômicos, os alunos deverão fazer um mapa conceitual, juntamente, com um texto explicativo, no qual os conceitos estudados deverão ser relacionados.

Portanto, respeitando o nível cognitivo da Taxonomia de Bloom e com base nos objetivos escolhidos, na próxima tarefa serão definidas as estratégias didáticas de ensino e as estratégias avaliativas.

#### 4.6 Tarefas 6 e 7 – Seleção de estratégias didáticas e seleção de estratégias de avaliação

As últimas tarefas da UDM estão resumidas na elaboração das aulas e definição das estratégias didáticas e de avaliação, tarefa 6 e 7, respectivamente, que serão utilizadas ao longo da SD. Considerando as escolhas desenvolvidas nas tarefas anteriores, a seleção das estratégias didáticas e de avaliação, devem ser baseadas nos objetivos de aprendizagem que foram definidos por meio da abordagem metodológica escolhida. Sendo assim, essa tarefa deve apresentar uma pluralidade de estratégias didáticas, dos instrumentos avaliativos, de modo que alcance todos os alunos.

As estratégias didáticas escolhidas para as SD foram: estudo de caso, *brainstorm*, aula expositiva e dialogada, pesquisa em grupo, seminário, experimentação e mapa conceitual. Para recursos didáticos foram propostos, principalmente, lousa, canetas, computador e projetor.

Na primeira SD - O primeiro passo na jornada científica, iniciamos com a apresentação do estudo de caso, que visa introduzir o conteúdo sobre modelos atômicos aos alunos, através do exemplo da "Substância X" (SX). O estudo de caso permite aos alunos explorar a ciência envolvida em muitas situações, enquanto direciona sua própria aprendizagem de maneira elaborada, ativa e autônoma, com objetivos específicos propostos pelo professor (Sá; Queiroz, 2010).

A Substância X (SX) permanece como um enigma intrigante, desafiando os estudantes a identificar qual teoria atômica foi empregada pelos cientistas para elucidar o experimento conduzido na busca pela composição dessa substância misteriosa. No entanto, é importante ressaltar que a intenção é que os alunos, neste ponto do estudo de caso, ainda não possuam respostas definidas para as questões apresentadas. O propósito é que, por meio dos conhecimentos adquiridos ao longo das aulas, os alunos se envolvam ativamente no processo de desvendar esse mistério, utilizando as informações e teorias aprendidas para formular suas respostas às questões finais propostas.

Seguindo essa discussão, realizaremos uma sessão de *brainstorm* com os alunos para explorar suas concepções sobre o átomo. Perguntamos a eles o que compreendem sobre o átomo, suas características e quais associações lhes vêm à mente. Essa abordagem nos permitirá identificar concepções alternativas que os alunos possam ter sobre o assunto, visando corrigi-las nas próximas aulas.

Segundo Anastasiou e Alves (2005, p. 89), no *brainstorm* os alunos 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 critérios seguintes ou a ser combinado:

•

Para avaliação do *brainstorm*, é necessário a discussão dos alunos quando se refere às palavras que destacaram, de modo que o professor consiga avaliar a capacidade criativa, lógica, coesão, coerência e pertinência das propostas dos alunos (Anastasiou; Alves, 2005). Após a discussão, o professor fornecerá uma explicação abrangente sobre o átomo, incluindo definições e informações sobre prótons, elétrons e nêutrons.

Na segunda aula deste módulo, os alunos participarão de uma aula expositiva e dialogada, na qual o professor destaca a importância dos átomos na Química e apresentará as estruturas atômicas propostas por cientistas como Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. Neste momento, a ênfase será na discussão dos modelos, não havendo avaliação dos alunos, uma vez que a aula se concentrará exclusivamente na exposição e compreensão do conteúdo.

Na segunda SD - Construindo a compreensão, que se desdobrará em quatro aulas, a primeira aula será dedicada à pesquisa dos alunos sobre os modelos atômicos. Os alunos serão conduzidos a uma sala equipada com computadores com acesso à *internet*, onde serão divididos em quatro grupos, cada um responsável por um modelo atômico específico. Durante essa pesquisa, eles deverão identificar as principais características de seu modelo escolhido, bem como as evidências que o sustentam e suas limitações. Além disso, cada grupo deve preparar uma breve apresentação para compartilhar e discutir na aula seguinte.

Na segunda aula, os alunos farão suas apresentações, seguindo a estratégia didática de um seminário, no qual cada membro do grupo terá a oportunidade de falar. Esta apresentação servirá como uma avaliação formal, permitindo que o professor avalie individualmente o desempenho de cada aluno.

Nas duas aulas subsequentes, o conteúdo será abordado de maneira mais expositiva e dialogada. O professor se aprofundará nos detalhes de cada modelo apresentado no seminário. Na primeira dessas aulas, serão explorados os modelos de Dalton e Thomson, enquanto na aula seguinte, os modelos de Rutherford e Bohr.

Para auxiliar nesse processo, o professor utilizará um projetor e slides contendo o conteúdo programático.

Para terceira e última SD - Modelos atômicos em ação, é dividida em 3 aulas, sendo que na primeira os alunos terão a oportunidade de realizar um experimento para aplicar os conceitos do modelo atômico de Bohr. A experimentação permite articular o conteúdo teórico com o procedimento prático, de modo que o aluno perceba a nível fenomenológico as teorias aprendidas. Deste modo, as atividades experimentais são fundamentais para o desenvolvimento de criação de hipóteses, realizar generalizações e estimular o pensamento investigativo (Silva, 2010). Portanto, ao trabalhar com a experimentação, é levado em consideração que a escola está preparada para esse tipo de atividade.

Dessa maneira, o experimento escolhido foi o teste de chama, visto que é conhecido por todos os professores de Química e que pode ser facilmente adaptável. Como avaliação, os alunos deverão elaborar um relatório, onde algumas questões serão respondidas, como fechamento da prática realizada, de modo que o professor perceba se houve um progresso em relação ao nível de conhecimento dos alunos, visando à respeito às suas explicações sobre os fenômenos observados durante a prática.

Na segunda aula da SD será retomado o estudo de caso apresentado na primeira aula. Como todo o conteúdo sobre modelos atômicos já foi passado pelos alunos e discutido de diversas maneiras, é esperado que os alunos consigam solucionar o estudo de caso. Para isso será destinado um tempo da aula e os alunos serão separados em grupos para a resolução. Como método de avaliação, os alunos deverão entregar o estudo de caso solucionado na próxima aula.

Como finalização da SD e da UDM, os alunos deverão elaborar um mapa conceitual e o texto dissertativo onde conecta cada uma das palavras apresentadas no mapa. O mapa conceitual, sendo Bego (2016), demonstra a estrutura do conteúdo, por meio de diagramas ou ferramentas gráficas, apresentando as inter-relações dos conceitos. O mapa conceitual, segundo Moreira (2012) e Silva; Delpino (2019) é utilizado como uma ferramenta de interpretação, classificação e organização do conteúdo.

Todos os recursos didáticos que são previstos para utilizar na UDM, foram materiais pensados de maneira que possam ser facilmente adaptados de acordo com a realidade da escola. Desta maneira, não há margem para que a intervenção com a UDM seja prejudicada ou inviabilizada.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O planejamento didático-pedagógico é uma ferramenta que ajuda na organização e reflexão da prática docente, no qual traz possibilidades para que o professor tenha maior segurança e versatilidade nos momentos singulares de sala de aula e que garante uma reflexão crítica e constante da sua prática. Além disso, a UDM discutida neste trabalho de conclusão de curso é um projeto de planejamento que utiliza diferentes estratégias didáticas e avaliativas, pois leva em consideração as diferentes formas de aprender e ritmos diferentes dos alunos (Bego, 2016). De maneira que, a pluralidade encontradas nas redes de ensino público não são deixadas de lado.

Nesse sentido, pensando no planejamento voltado para essas redes, foram utilizadas as estratégias: estudo de caso, *brainstorm*, aula expositiva e dialogada, pesquisa em grupo, seminário, experimentação e mapa conceitual. A escolha por essas estratégias se deu por conta da abordagem metodológica 3MP, além de procurar atingir todos os objetivos de aprendizagem propostos, que foram construídos a partir da Taxonomia de Bloom revisada.

É importante destacar que o ensino médio aborda o conceito de modelos atômicos de forma superficial, frequentemente deixando os alunos com dúvidas significativas. Essa abordagem insuficiente pode ter repercussões negativas no aprendizado futuro, uma vez que a lacuna no entendimento desse conteúdo pode prejudicar a compreensão de conceitos subsequentes. Portanto, foram desenvolvidas diversas estratégias com o objetivo de proporcionar aos alunos a oportunidade de compreender plenamente esse tópico.

Além disso, no trabalho de conclusão de curso, é apresentado uma alternativa para os professores uma nova maneira de trabalhar o conteúdo de modelos atômicos, de modo que os alunos também tenham a possibilidade de conhecer novas estratégias didáticas. Além disso, essa UDM tem a vantagem de

trazer aulas elaboradas e com sequências de aulas organizadas, de modo que tenham uma conexão entre elas, sem que sejam desconexas umas das outras.

O planejamento apresentado contribuiu positivamente para a minha formação para professora de Química, pois foi por meio dele que tive a oportunidade de realizar uma reflexão crítica, em relação ao planejamento didático-pedagógico, entendendo as etapas de organização de conteúdo e elaboração de uma sequência de aulas.

Por fim, o planejamento proposto no trabalho de conclusão de curso foi pensado de modo que possa ser facilmente utilizado e adaptado para diversos contextos, de acordo com a realidade escolar e caracterização dos alunos.

Dessa forma, a grande proposta deste trabalho foi desenvolver um produto educacional que pode ser utilizado de base, por professores do ensino médio público, para desenvolver a temática de modelos atômicos com seus alunos. O que se propôs foi unir os vários elementos do planejamento tendo os 3MP como eixo central.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. F. **Ensino de Química no Âmbito da Educação Inclusiva**: Um estudo a partir dos anais dos encontros nacionais de ensino de química de 2004-2014. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso - Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, *Campus Anápolis*, São Paulo, 2015.
- 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, M. **Características, elementos e importância do planejamento didático-pedagógico**: uma revisão de termos e conceitos utilizados na área de Ensino de Ciências. 2018. Orientador: Amadeu Moura Bego. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018.
- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). Estratégias de ensinagem. In: **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville: Editora Unlville, 2005. Cap. 2, p. 74 - 107).
- BEGO, A M. A implementação de unidades didáticas multiestratégicas na formação inicial de professores de Química. **Coleção Textos FCC**, v. 50, p. 55 - 72, 2016.
- BEGO, A. M.; FERRARINI, F. O.; MORALLES, V. A. Ressignificação dos estágios curriculares supervisionados por meio da implementação de Unidades Didáticas Multiestratégicas. **Educação Química: en punto 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.
- BUNGE, A. V. **Introdução à Química Quântica**. São Paulo: Edgar Blucher, 1977.
- CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. **Química na abordagem do cotidiano**. Química Geral e Inorgânica. 4 ed. vol 1. São Paulo: Moderna, 2010.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. 1 ed., São Paulo: Cortez, 1990.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologias do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 1ª ed. São Paulo: Cortez, 2002
- 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. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, n. 2, p. 421-431, 2010.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HAYDT, R. C. C. **Curso de didática geral**. 8 ed, São Paulo: Ática, 2006.

INOCÊNCIO, G. H.; Midões, A. C. D. Concepções alternativas e aprendizagem colaborativa: uma proposta de atividade envolvendo o método Jigsaw no conteúdo de modelos atômicos no curso técnico em química. **Scientia Naturalis**, v. 3, p. 1334-1352, out., 2021.

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.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

LOCATELLI, A.; CRESTANI, E. R. M. F.; ROSCA, C. T. W. Os três momentos pedagógicos e interdisciplinaridade no ensino de ciências da natureza: análise de um curso de formação continuada. **Revista Insignare Scientia**, v. 3, n. 1, p. 188 - 211, 2020.

LOPES, A. C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007.

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.

MELZER, E. E. M. O Modelo Atômico - Uma História da Mudança de Estilos de Pensamentos. *In*: NETO, J. E. S. (org.). **Histórias da Química**. 1ª ed.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA (E. P. U.), 1986.

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.

MORALLES, V. A. **Vamos modelar, professor Hélio?**: Desenvolvimento do conhecimento prático-profissional por meio da implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica. Orientador: Amadeu Moura Bego. Tese (Doutorado - Curso

de Química), Universidade Estadual Paulista - Instituto de Química Araraquara, Araraquara, 2021.

MORTIMER, E. F. et al. Concepções atomistas dos estudantes. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, p. 23-26, 1995.

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.

POZO, J. I.; GOMEZ CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REIS, J. M. C. **Obstáculos epistemológicos: implicações na aprendizagem do conceito de átomo**. Orientador: Neide Maria Michellan Kiouranis. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

ROZENBERG, I. M. **Química geral**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

SÁ, P. L.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. 2ed. São Paulo: Editora Átomo, 2010.

SANMARTÍ, N. **Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Madrid: Síntesis, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.

SÃO PAULO, Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza no Ensino Fundamental**. São Paulo: Secretaria da Educação, 2019.

SILVA, R. R. **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Unijuí, 2010.

SILVA JÚNIOR, O. J.; DANTAS, D. S.; FARIAS, R. F. **Ensino de Química: o uso de analogias**. Campinas: Editora Átomo, 2017.

SOARES NETO, J. J. *et al.* A infraestrutura das escolas públicas brasileiras de pequeno porte. **Revista de Serviço Público**. Brasília, v. 3, n. 64, p. 377 - 391, 2013.

SPIER, Vivian Cristina. **Fundamentos de química**. Curitiba, PR: Intersaberes, 2023.

VASCONCELLOS, T. F. et al. **Concepções alternativas dos modelos de átomos dos alunos do ensino médio de uma escola pública em Sobral-CE**. Anais III CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2016.

## APÊNDICE: A UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA

### INSTRUMENTO PARA PLANEJAMENTO DE UNIDADE DIDÁTICA MULTIESTRATÉGICA (UDM)

(Vrs11 - Amadeu Bego - 11.nov.2022)

| IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO                    |                                                                                                       |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Instituição</b>                           | Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Química - campus de Araraquara |
| <b>Curso</b>                                 | Licenciatura em Química                                                                               |
| <b>Disciplina</b>                            | Trabalho de Conclusão de Curso                                                                        |
| <b>Professor</b>                             | Orientador: Vagner Antonio Moralles                                                                   |
| <b>Autores da UDM<br/>(ordem alfabética)</b> | Natália da Silva Rios                                                                                 |
| <b>Data e versão da UDM</b>                  | 1ª versão                                                                                             |

| CONTEXTO DA INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nome da unidade escolar                     | Escola Estadual de São Paulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Endereço completo                           | XXXXXX-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Site e e-mail                               | XXXXXXX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Caracterização da unidade escolar           | <p>A UDM foi direcionada a instituições de ensino médio público no estado de São Paulo. Apesar das diversas localizações dessas instituições, geralmente, há características comuns que se aplicam devido ao público-alvo de baixa renda e à proximidade das moradias em relação à escola.</p> <p>Em salas de aula típicas, o número de alunos varia de cerca de 30 a 40. Elas estão equipadas com lousas de giz ou caneta, mesas e cadeiras para os alunos, ventiladores, armários no fundo da sala e uma mesa para o professor, posicionada no meio ou em um dos cantos na frente das carteiras dos alunos. Em tempos recentes, algumas instituições têm introduzido <i>smart TVs</i> nas salas de aula, além de projetores fixos ou portáteis.</p> <p>Além disso, as escolas contam com banheiros, refeitórios para os alunos, um pátio espaçoso e uma biblioteca. Em algumas instituições, podem ser encontrados laboratórios didáticos, que frequentemente precisam ser agendados para utilização.</p> |
| Disciplina                                  | Química                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Ano/turma                                   | Ensino Médio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Professor responsável                       | Natália da Silva Rios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Número de estudantes                        | Entre 30 e 40 alunos, dependendo da sala de aula.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Caracterização dos estudantes               | <p>Os alunos da série X do ensino médio possuem, em média, X e X anos de idade. Geralmente, são provenientes de famílias de baixa renda e residem nas proximidades da escola. De maneira ampla, esses alunos têm todo o seu percurso escolar realizado em instituições públicas e, por consequência, podem enfrentar dificuldades específicas.</p> <p>Dado que se trata de uma instituição pública, é provável que haja uma diversidade de grupos presentes nas salas de aula, variando em termos de comportamento, limitações, interesses e necessidades individuais.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| ANÁLISE CIENTÍFICO-EPISTEMOLÓGICA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conteúdo programático da UDM      | <p>Evolução dos Modelos Atômicos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Partículas Subatômicas (prótons, nêutrons e elétrons);</li><li>• Modelo atômicos de Dalton;</li><li>• Modelo atômicos de Thomson;</li><li>• Modelo atômicos de Rutherford;</li><li>• Modelo atômicos de Bohr.</li></ul> |
| Pré-requisitos para a UDM         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Linguagem simbólica da Química;</li><li>• Compreensão do conceito de modelo científico;</li><li>• Lei de Coulomb;</li><li>• Cargas elétricas;</li><li>• Noções básicas de física mecânica e elétrica.</li></ul>                                               |

**Orientações curriculares oficiais  
sobre o tema**

Como se trata de uma UDM pensada para ser aplicada em uma escola estadual de São Paulo, é necessário analisar o Currículo Paulista, sendo possível identificar as orientações curriculares sobre o conteúdo programático. No documento é orientado trabalhar com os estudantes sobre os modelos atômicos, de modo geral, no 3º bimestre do 1º ano. Porém, no 1º bimestre, é trabalhado como uma introdução, sobre o modelo atômico de Dalton, sendo a competência:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (SÃO PAULO, p. 153, 2019).

Esta habilidade (EM13CNT101) tem como unidade temática a Matéria e Energia, a qual tem como objeto do conhecimento da Química “Constituição da matéria (modelo atômico de Dalton, elementos, símbolos, massa atômica, número atômico)” (SÃO PAULO, 2019, p. 153), sendo estes alguns elementos do pré-requisitos para compreender melhor o conteúdo dos principais modelos atômicos.

Deste modo, para o conteúdo de modelos atômicos, encontram-se no Currículo Paulista, como competência para o conteúdo:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (SÃO PAULO, p. 157, 2019).

O conteúdo é trabalhado pela unidade temática de Vida, Terra e Cosmos, o qual tem como habilidade EM13CNT201, descrita como “Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente” (SÃO PAULO, 2019, p. 157), sendo que, além da Química, este é objeto do conhecimento de trabalhado de outras duas disciplinas da área de Ciências da Natureza, como Biologia e Física. Para a área de Química, o objetivo é especificamente sobre a “Evolução dos modelos atômicos” (SÃO PAULO, 2019, p. 157).

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Conteúdos conceituais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Identificação</b> dos fatos e/ou fenômenos de interesse (aspecto fenomenológico)</li> <li>- <b>Interpretação</b> dos fatos ou fenômenos de interesse (aspectos teórico e simbólico)</li> </ul> | <p><b>Aspecto fenomenológico</b></p> <p><b>Modelo Atômico de Dalton</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Em um dos seus experimentos para comprovar o modelo atômico, Dalton colocou um frasco de gás pesado sobre a mesa e inverteu sobre ele um frasco de gás leve, fazendo as bocas dos frascos se tocarem, portanto, os gases estavam misturados, esse experimento foi baseado em questionamentos sobre a composição do ar atmosférico (que era igual em todos os lugares).</li> </ul> <p><b>Modelo Atômico de Thomson</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Por meio do experimento da ampola de Crookes, foi observado por Thomson que as emissões geradas pelo gás dentro do tubo, eram desviadas em direção à placa externa positiva, indicando que o raio catódico possuía partículas carregadas negativamente, sendo esta denominada como elétrons. Portanto, por meio do experimento, é possível observar os aspectos fenomenológico do modelo, como: fenômeno de fluorescência, propagação retilínea e a carga elétrica negativa.</li> </ul> <p><b>Modelo Atômico de Rutherford</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Por meio do experimento com a folha de ouro, foi observado que a maioria das partículas alfa (<math>{}^4_2\alpha</math>) atravessava diretamente a lâmina. Neste experimento foi disparado um fino feixe de partículas (<math>{}^4_2\alpha</math>) em uma folha bem fina de ouro. Os resultados foram surpreendentes, pois enquanto a maioria das partículas passa diretamente pela folha de ouro, algumas partículas eram desviadas em mais de <math>90^\circ</math>. Além disso, 1 partícula (<math>{}^4_2\alpha</math>) a cada 1.000.000 volta para trás.</li> </ul> <p><b>Modelo Atômico de Bohr</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durante os experimentos pode-se observar diferentes cores de fogos de artifícios. Além disso, é possível observar os espectros de luz gerados por diferentes elementos químicos, o espectro descontínuo do hidrogênio, por exemplo.</li> </ul> <p><b>Aspecto teórico</b></p> <p><b>Modelo Atômico de Dalton</b></p> <p>Isaac Newton teve destaque durante o século <i>XVII</i> por argumentar que os átomos exerciam uma força de atração uns sobre os outros, semelhante à lei da gravitação universal. Porém, ao contrário de muitos que acreditavam que essas ideias mecanicistas explicariam os fenômenos naturais, Dalton decidiu apresentar uma proposta diferente. Quando Dalton começou a desenvolver seu modelo, foi observado por ele que a física de Newton não conseguia explicar com precisão os fenômenos, o que levou a desenvolver novas ideias (Melzer, 2017; Rozenberg (2002).</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Deste modo, a proposta atômica de Dalton envolvia uma combinação de conceitos que eram relacionados à afinidade, calórico e a mecânica newtoniana, o que resultava em um modelo atômico mais complexo e, que respondia às questões sobre os gases. Portanto, o átomo foi considerado um corpúsculo cercado por uma atmosfera de calórico. A dinâmica que havia entre a atração e a repulsão do átomo era determinada pelo equilíbrio que existe na atmosfera. Então, quando havia uma quantidade reduzida de calórico, os corpúsculos se uniam para formar moléculas e agregados atômicos. Sendo assim, essa abordagem explicaria de maneira mais complexa os fenômenos observados e as propriedades dos gases (Melzer, 2017).</p> <p>Deste modo, para Dalton, o átomo é a menor parte da matéria e é constituído por corpúsculos indivisíveis e indestrutíveis, mantendo sua individualidade durante todas as transformações químicas. Além do mais, os átomos de um mesmo elemento são idênticos entre si e têm a mesma massa. Portanto, quando esses átomos interagem, é formada uma substância simples. Já quando os átomos são de elementos diferentes e têm massas e propriedades diferentes, os átomos formam compostos, no qual existe uma relação numérica simples, como 1:1, 1:2, 1:3, etc (Rozenberg, 2002).</p> <p>Porém, havia limitações no modelo atômico de Dalton, pois começou a apresentar dificuldades na interpretação das leis volumétricas de Gay-Lussac (Rozenberg, 2002). Além disso, era postulado por ele que os átomos eram indivisíveis e que não poderiam ser subdivididos em partículas menores, porém, com o passar dos anos, descobriram que os átomos são compostos por um núcleo e uma eletrosfera. Também não foi levado em consideração a existência das partículas subatômicas, sendo estes componentes fundamentais dos átomos. Além do fato de também ser estipulado por ele que todos os átomos de um elemento químico eram idênticos em massa e propriedade. Desta forma, embora Dalton tenha contribuído significativamente, sua proposta não foi suficiente para explicar todos os fenômenos observados ao longo dos anos (Melzer, 2017).</p> <p><b>Modelo Atômico de Thomson</b></p> <p>Thomson se baseou na teoria proposta por Lorde Kelvin e por Dalton para desenvolver experimentos sobre a constituição da matéria. Desta maneira, com uma equipe de pesquisadores e por meios de troca de ideias, foi proposto por ele que o átomo era um corpo esférico permeável, com carga positiva e corpúsculos carregando carga negativa em seu interior. Esses corpúsculos estariam dispostos em anéis, com a mesma distância entre o centro e cada corpúsculo adjacente. Isto é, o átomo para Thomson, é uma esfera com carga positiva uniformemente distribuída. O átomo é considerado neutro e essa neutralidade vem dos elétrons que estão presos na superfície da esfera positiva. Sendo assim, para manter a estabilidade do sistema, os elétrons estariam em repouso em relação à esfera positiva. Foi por meios dessa proposta que seu modelo ganhou como apelido o “pudim de passas” (Melzer, 2017; Rozenberg, 2002).</p> <p>No entanto, o modelo de Thomson apresentou algumas limitações, como a emissão de luz por corpos aquecidos e os resultados das experiências de espalhamento de partículas alfa (<math>{}^4_2\alpha</math>) por lâminas metálicas (Rozenberg, 2002).</p> <p><b>Modelo Atômico de Rutherford</b></p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Rutherford após ganhar o prêmio na Nova Zelândia foi enviado para ser orientado por Thomson. Neste período foi trabalhar com uma série de experimentos sobre o disparo de partículas radioativas para compreender se elas possuíam carga e orientação energética, como era proposto por Thomson. Porém, com anos de estudos, Rutherford, decidiu investigar sobre uma fonte radioativa do elemento rádio para bombardear lâminas de diferentes metais e medir os ângulos de deflexão. Diferente do que era esperado, segundo o modelo de Thomson, os desvios não eram apenas de pequenos ângulos (Melzer, 2017).

Desta maneira, Rutherford teve ajuda de Geiger e Marsden para trabalhar com os experimentos de espalhamento de partículas alfa ( ${}^4_2\alpha$ ), no qual apresentava um feixe estreito de partículas alfa ( ${}^4_2\alpha$ ) sobre uma lâmina metálica de pouco micrometros, sendo que nessas observações as lâminas eram atravessadas. Isto era observado em uma lâmina de zinco utilizada atrás e na lateral da lâmina metálica. O sulfeto de zinco trabalhava com uma chapa fotográfica, portanto, quando uma partícula alfa ( ${}^4_2\alpha$ ) incidia produziu um brilho observável pela lupa (Rozenberg, 2002).

Posto isto, foi observado por Rutherford, que a maior parte das partículas alfa lançadas contra a lâmina não alteraram a trajetória; apenas 50 partículas alfa para cada 1.000.000 sofriam desvios apreciáveis e apenas 1 partícula alfa ( ${}^4_2\alpha$ ) para cada 1.000.000 eram enviadas para trás da lâmina metálica (Rozenberg, 2002).

Portanto, para explicar os desvios de trajetória, Rutherford propôs que o átomo seria um corpúsculo maciço e positivo responsável por toda a massa do átomo, além de também ser responsável pelo exercício das forças propulsoras das partículas alfa ( ${}^4_2\alpha$ ) que estão próximas. Sua teoria era fundamentada em suas observações, por este motivo que foi proposto por ele que o átomo teria elétrons com orbitais circulares ao redor do núcleo positivo com velocidades adequadas, sendo este conhecido por “Sistema Solar” (Rozenberg, 2002).

A assim como os outros modelos atômicos, o modelo de Rutherford também possui suas limitações, como a redução gradativa do raio e da órbita, pois a energia irradiada deveria apresentar uma série contínua de radiações de diferentes comprimentos de onda e o elétron, com o tempo, colapsaria com o núcleo (Rozenberg, 2002).

### **Modelo Atômico de Bohr**

A teoria de modelo atômico de Bohr representa um aperfeiçoamento nas limitações de Rutherford, visto que em suas ideias é afirmado pelo cientista que os elétrons estão distribuídos em camadas ao redor do núcleo. Esses elétrons se movimentam em sentidos circulares, mas as órbitas que esses elétrons estão distribuídos apresentam energias definidas. Além disso, também conforme as camadas vão se afastando do núcleo, a energia dos elétrons é maior. E também, quando se tem os saltos de elétrons de um nível para outro mais afastado no núcleo, tem-se o estado excitado, mais conhecido como absorção. Já quando os elétrons retornam ao seu estado de menor energia, isto é, se apresenta estável, tem-se o estado fundamental, conhecido como emissão de radiação (Rozenberg, 2002).

Através dessa teoria, Bohr começou a explicar o átomo de hidrogênio e o aparecimento das raia do espectro de hidrogênio, além dos outros átomos. Além disso, também foi proposto que os elétrons poderiam mudar de órbita através da emissão de radiação (Rozenberg, 2002).

Deste modo, as ideias de Bohr foram postuladas, como:

*I)* As órbitas permitidas ao movimento de um elétron são aquelas para as quais seu movimento angular é múltiplo inteiro de  $h/2\pi$ ;

*II)* O movimento de um elétron ao redor do núcleo, só é permitido se aquelas órbitas para quais o produto do seu comprimento pela quantidade de movimento de um elétron seja igual ao múltiplo inteiro da constante de Planck;

*III)* Quando o elétron se encontra na órbita estacionária de energia  $e$  e é excitado, conseqüentemente passa-se para uma órbita estacionária, sendo que a energia final vai ser maior que a energia inicial, e logo na sequência, é retornada a camada de origem, onde tem-se a emissão do quantum de energia radiante/fóton de frequência.

#### **Aspecto representacional**

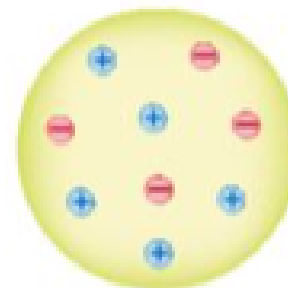
Trata-se de uma representação dos aspectos fenomenológicos cientificamente, por meio dos esboços dos modelos atômicos, como:

#### **Modelo Atômico de Dalton**



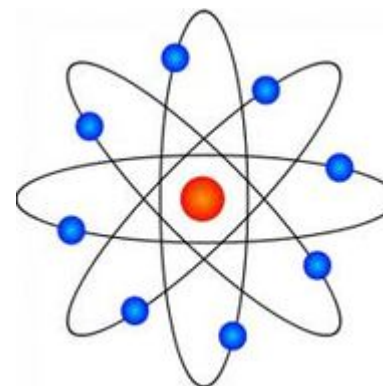
**Fonte:** Spier (2023, p. 15).

#### **Modelo Atômico de Thomson**



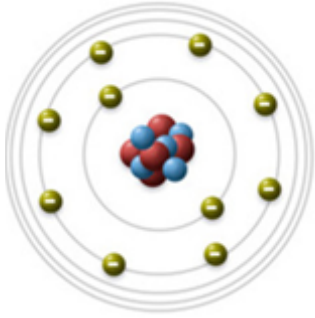
**Fonte:** Spier (2023, p. 15).

**Modelo Atômico de Thomson**

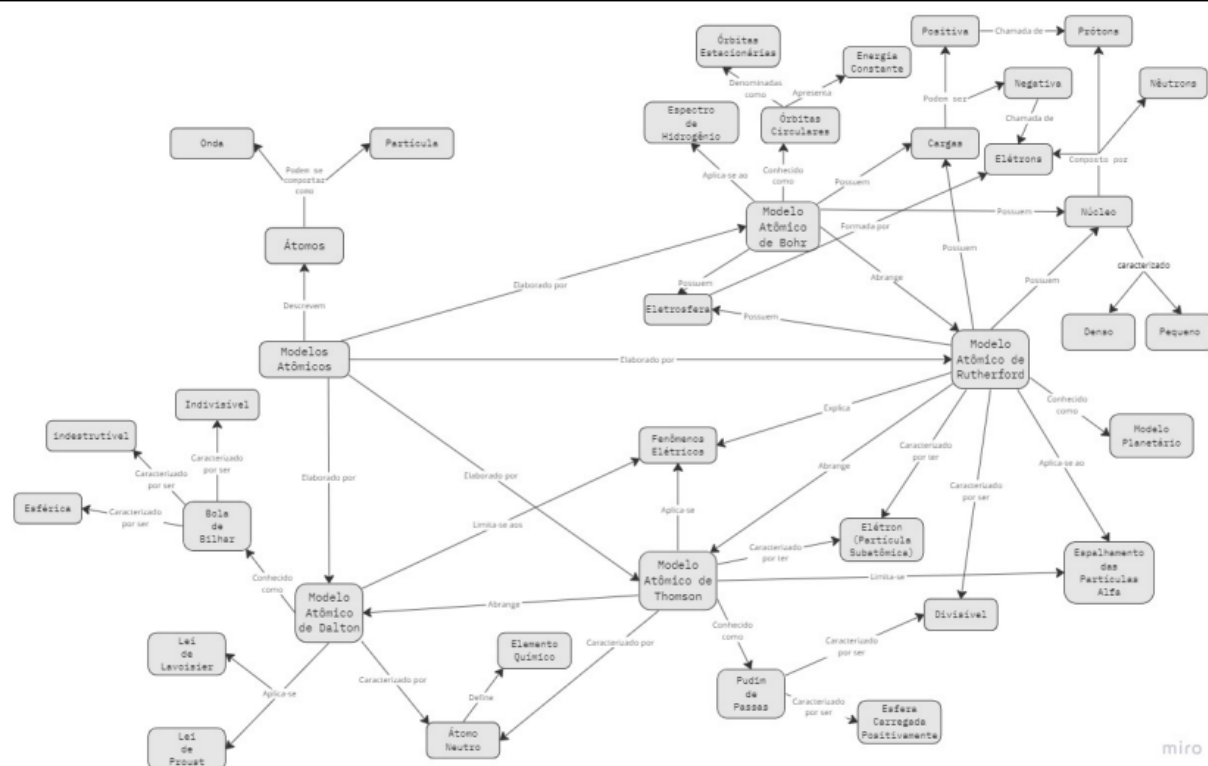


**Fonte:** Ciência em Ação (2021).

**Modelo Atômico de Thomson**

|                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                           |  <p><b>Fonte:</b> Ciência em Ação (2021).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><b>Perfil conceitual ou desenvolvimento histórico do conceito principal da UDM</b></p> | <p>A construção do perfil conceitual é uma tarefa que necessita de estudos com muitos domínios, e na literatura já existe um perfil proposto sobre átomo, o que engloba o conteúdo discutido. Portanto, é utilizado como avaliação a evolução conceitual dos estudos o perfil conceitual proposto por Mortimer (2000 <i>apud</i>, LOPES, 2017), sendo este um perfil aceito.</p> <p><b>Zona Sensorialista:</b> é caracterizado pela negação do conceito de átomo, no qual a zona contínua do perfil apresenta como principal obstáculo para a evolução conceitual a negação de que exista espaços vazios na matéria. Portanto, este obstáculo tem-se natureza ontológica, pois a superação envolve a aceitação sobre a ideia de vácuo.</p> <p><b>Zona Substancialista:</b> é caracterizado por atribuir as propriedades macroscópicas da matéria junto às propriedades das partículas, como, a fusão de uma substância, sendo esta justificada pela mudança de estado físico das partículas.</p> <p><b>Zona Clássica:</b> é caracterizado por um átomo como unidade básica da constituição da matéria, pois é levado em consideração as características de conservação da matéria depois das transformações químicas.</p> <p><b>Zona Quântica:</b> é caracterizado por considerar as aplicações da mecânica quântica na explicação do comportamento atômico, como o modelo das órbitas estacionárias, saltos quânticos e dualidade do elétron. Deste modo, em relação às outras zonas, esta pertence a uma diferente categoria ontológica.</p> |

## Esquema conceitual científico sobre o conteúdo conceitual da UDM (mapa conceitual)



O foco central é nos modelos atômicos, que descrevem a estrutura dos átomos desde suas concepções iniciais como partículas indivisíveis até a consideração da dualidade onda-partícula. Em uma abordagem cronológica, esses modelos são capazes de explicar e definir os princípios e leis naturais que regem a química.

Ao explorar modelos atômicos, a primeira ideia que nos ocorre é a dos átomos, que, em nossa compreensão atual, podem ser considerados tanto partículas quanto ondas.

O primeiro modelo atômico a ser examinado foi proposto por Dalton e é conhecido como o "modelo da bola de bilhar". Neste modelo, o átomo é considerado uma estrutura maciça, esférica, indivisível e indestrutível. Segundo Dalton, o átomo é a menor unidade da matéria e é eletricamente neutro, sem a presença de cargas. O qual apresenta como limitação os fenômenos elétricos, sendo este aplicado pelo modelo atômico seguinte.

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | <p>O modelo atômico subsequente, proposto por Thomson, é apelidado de "modelo do pudim de passas". Nesse modelo, o átomo se torna divisível em partículas menores com cargas negativas, chamadas elétrons, embora o átomo permaneça eletricamente neutro. O modelo aplica sua teoria nos fenômenos elétricos, o qual foi explicado melhor pelo modelo atômico de Rutherford. Além disso, o modelo de Thomson ficou limitado, pois não conseguia explicar o espalhamento das partículas alfa(<math>{}^4_2\alpha</math>), sendo que este foi explicado e comprovado também por Rutherford.</p> <p>O terceiro modelo apresentado é o de Rutherford, conhecido como o "modelo planetário". Este modelo descreve o átomo como tendo um núcleo central onde reside a maior parte de sua massa, composto por partículas positivas, prótons, e partículas sem carga, nêutrons. Além disso, há uma eletrosfera que abriga partículas negativas, os elétrons. Diferentemente do modelo de Dalton, o modelo de Rutherford é divisível e introduz conceitos como a natureza elétrica da matéria, a divisibilidade do átomo e a existência de partículas carregadas.</p> <p>O último modelo apresentado em nosso mapa conceitual é o modelo de Bohr. Nesse modelo, o átomo é novamente divisível e possui cargas positivas (prótons) e negativas (elétrons). Os elétrons orbitam em órbitas circulares ao redor do núcleo, chamadas de órbitas estacionárias, com cada órbita representando uma energia constante. Isso implica que os elétrons não emitem nem absorvem energia ao se movimentarem em órbitas estacionárias.</p> |
| <p><b>Referências</b><br/>(de acordo com ABNT NBR 6023)</p> | <p>MELZER, E. E. M. O Modelo Atômico - Uma História da Mudança de Estilos de Pensamentos. In: NETO, J. E. S. (org.). Histórias da Química. 1ª ed.</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>ROZENBERG, Izrael Mordka. <b>Química geral.</b> São Paulo: Edgard Blucher, 2002.</p> <p>SÃO PAULO, Secretaria da Educação. <b>Currículo do Estado de São Paulo:</b> Ciências da Natureza no Ensino Fundamental. São Paulo: Secretaria da Educação, 2019.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| ANÁLISE DIDÁTICO-PEDAGÓGICA                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos da UDM</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O átomo é uma subpartícula (Inocêncio; Midões, 2011);</li> <li>• O átomo é um elemento químico (Inocêncio; Midões, 2011);</li> <li>• O íon é uma partícula presente no átomo (Inocêncio; Midões, 2011);</li> <li>• Produzem substância químicas (Inocêncio; Midões, 2011);</li> <li>• O átomo é uma pequena partícula (Vasconcellos et al., 2016);</li> <li>• Representar o átomo como uma célula (Vasconcellos et al., 2016);</li> <li>• A cor dos fogos de artifício é resultado dos corantes presentes no material combustível (Melo; Neto, 2013);</li> <li>• O átomo é uma entidade concreta, isto é, palpável e real e não um modelo construído através de processos científicos com limitações impostas pelo fenômeno estudado (Melo; Neto, 2013).</li> </ul> |

**Obstáculos epistemológicos  
particulares relacionados aos  
conteúdos da UDM**

Obstáculo da experiência primeira  
Obstáculo verbal  
Obstáculo substancialistas  
Obstáculo realista  
Obstáculo animista

Os obstáculos epistemológico surgiram através da epistemologia de Gaston Bachelard e a noção das lacunas na formação do conhecimento científico e dos fenômenos científicos como ferramentas e estruturas teóricas pelas quais a ciência é edificada como uma relação dialética entre experiência e razão. Desse modo, é enfatizado a necessidade de valorizar o pensamento científico abstrato, apontando a experiência imediata como um obstáculo para a realização de tal abstração (LOPES, 1993).

A razão acomodada ao que já conhece, procurando manter a continuidade do conhecimento, opõe-se à retificação dos erros introduzindo um número excessivo de analogias, metáforas e imagens no próprio ato de conhecer, com o fim de tornar familiar todo conhecimento abstrato, constituindo, assim, os obstáculos epistemológicos (LOPES, 1993, p. 315).

**Obstáculo verbal:** De acordo com Bachelard (1996) é apresentado uma falsa explicação do conceito com por meio de palavras explicativas, sendo assim, o pensamento se desenvolve de modo inverso ao analisar o conceito. Segundo o autor, esse obstáculo se torna o mais difícil de superar pois está apoiado em uma filosofia mais fácil. Já para Lopes (1993), se caracteriza por ter uma linguagem sem a prévia discussão das ideias, pois, sempre que se utiliza o obstáculo a linguagem está fora dos limites de pensamento que foi construída e acarreta interpretações que são falhas para o entendimento.

Exemplo: Analogias utilizadas nos modelos atômicos, como: bola de bilhar para o modelo de Dalton, pudim de passas para o modelo de Thomson e o modelo de Rutherford com o sistema solar. Um dos exemplos mais comuns é a explicação da carga positiva do modelo de Thomson, por meio de um panetone, no qual apresenta uma “pasta”, vulgo a massa, positiva “recheada” pelos elétrons negativos, sendo as frutas cristalizadas. Além disso, também é utilizado para explicar o fenômeno de emissão de partículas no experimento de Rutherford, uma “metralhadora” que lançava partículas alfa. Outro exemplo que também é muito usado, é ao citar que os elétrons podem “saltar” uma quantidade de “degraus” em relação aos níveis de energia.

**Obstáculo animista:** O obstáculo apresenta características vitais e humanas (como sentimentos) aos conceitos científicos, de modo que se deslocassem de seu próprio domínio. (BACHELARD, 1947 apud LOPES, 1992).

Exemplo: O obstáculo pode ser observado por meio da palavra salto, que embora cientificamente o termo “salto quântico” esteja correta, a afirmação de que os elétrons executam saltos, podem fazer com que o alunos pense que os saltos são evidência que as partículas sejam dotadas de vida, deste modo, é necessário tomar cuidado para articular o conteúdo, de modo que os alunos não associam errado o termo salto. Além do mais, percebe-se que, em alguns casos, o professor relaciona o átomo a uma entidade, no qual apresenta um padrão de comportamento específico, como, é dada a característica que o elétron “gosta” ou “é atraído” pelos prótons do átomo.

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Obstáculo substancialista:</b> De acordo com Bachelard (1947, apud LOPES, 1993) tem como característica a alteração do interior para o exterior, ou seja, busca no interior das respostas para o evidente, desse modo, é denominada pela qualidade do evidente e do superficial.</p> <p>Exemplo: O obstáculo pode ser observado quando os alunos atribuem propriedades físicas e químicas ao átomo, isto é, quando o aluno afirma que os átomos possuem características diferentes, como ponto de fusão, ebulição e a eletronegatividade, pois, “está atribuindo propriedades no átomo, sendo que as propriedades não podem ser discutidos no nível de um átomo ou de uma molécula, mas no conjunto delas (Reis, 2015, p. 88).</p> <p><b>Obstáculo realista:</b> De acordo com Bachelard (1947, apud LOPES, 1992) tem como filosofia a orientação do senso comum, no qual valoriza as impressões táteis e visuais. Desse modo, o obstáculo realista é conhecer o objetivo e descrevê-lo e mostrar suas propriedades. Como característica o olhar é considerado como o sentido mais importante, já que tem uma percepção superficial.</p> <p>Exemplo: O obstáculo pode ser observado quando se tem a ideia de que o átomo é uma bola pequena e indivisível, ou o grão de areia, o que mostra a dificuldade de entender os modelos abstratos da matéria. Para os filósofos gregos, os átomos tiveram a sua origem na observação de poeira, mostrando a correlação com a ideia ao senso comum. Outro momento que o obstáculo pode ser observado é quando se tem a relação com a proporção do núcleo com a eletrosfera como uma bola em um estádio de futebol, ou um grão de areia em uma praia.</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Implicações para o ensino dos conteúdos de ensino da UDM**  
Aspectos a evitar e a reforçar

**EVITAR:**

- Evitar a utilização de expressões e analogias em excesso e incoerentes que distanciam o aluno da formação da linguagem científica. Por exemplo, evitar analogias como ‘bola de bilhar’, ‘pudim de passas’ e ‘sistema solar’. É necessário, para superar os obstáculos, abordar uma linguagem de mais forma mais precisa, de modo que seja possível contextualizar as analogias utilizadas na educação científica, de modo que evite interpretações erradas e assim promover um entendimento mais sólido sobre os conceitos científicos;
- Evitar a atribuição de características humanas/vitais aos modelos atômicos durante a explicação dos conceitos, isto é, por exemplo, evitar o uso da palavra “salto”, pois, ao falar “saltos quânticos” pode ser atribuída vida ao átomo. Nesse caso é importante explicar que o termo “salto” é uma metáfora, que é usado para deixar mais simples a explicação das transições de energia nos átomos, porém os elétrons não estão realmente “saltando” como seres animados;
- Evitar a enfatização de que o modelo anterior está “errado” e, por este motivo, é substituído. Ou seja, é necessário destacar que o modelo anterior, mesmo que não seja totalmente preciso e completo, foi uma etapa necessária para o desenvolvimento do conhecimento científico;
- Evitar a explicação de um modelo sem apresentar a história que promova a ruptura do modelo anterior. É importante contextualizar o novo modelo na evolução histórica do conhecimento científico, pois envolve a explicação do novo modelo que foi desenvolvido, isto é, quais descobertas ou experimentos ajudaram a desenvolver sua formação, e também, representar como o seu avanço em relação ao modelo estudado anteriormente.

**ENFATIZAR:**

- Enfatizar que o conhecimento químico está em constante evolução, isto é, sujeito a mudanças e revisões ao longo do tempo. Portanto, o conhecimento químico está sujeito a melhorias e avanços à medida que novas evidências científicas são descobertas, fazendo com que novas teorias sejam desenvolvidas;
- Enfatizar aos alunos que a compreensão de um modelo atômico representa uma ruptura com os modelos anteriores, permitindo a explicação de fenômenos de forma mais precisa. Através disso, os alunos compreenderam que ao longo da história da ciência, os modelos atômicos evoluíram de modo que novas evidências foram feitas. Portanto, cada modelo representa uma mudança significativa de como os cientistas conceberam os átomos e suas interações;
- Enfatizar o progresso das teorias e modelos atômicos ao longo da história da ciência, seguindo uma linha de pensamento que leva a uma compreensão mais profunda e atualizada do assunto. Ao enfatizar a progressão histórica, os alunos irão desenvolver uma compreensão mais profunda sobre o conteúdo, pois irão entender que as teorias atômicas foram refinadas e aprimoradas ao longo do tempo.

**Referências**

(de acordo com ABNT NBR 6023)

BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro; Contraponto, 1996.

INOCÊNCIO, G. H.; Midões, A. C. D. Concepções alternativas e aprendizagem colaborativa: uma proposta de atividade envolvendo o método Jigsaw no conteúdo de modelos atômicos no curso técnico em química. **Scientia Naturalis**, v. 3, p. 1334-1352, out., 2021.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos verbais e substancialistas ao aprendizado da Ciência Química. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 74, n. 177, p. 309-334, mai/ago., 1993.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da Ciência Química. I. Obstáculos animistas e realistas. **Química Nova**, v. 15, n. 3, p. 254-261, jul./out., 1992.

REIS, J. M. C. **Obstáculos epistemológicos: implicações na aprendizagem do conceito de átomo**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

VASCONCELLOS, T. F. et al. **Concepções alternativas dos modelos de átomos dos alunos do ensino médio de uma escola pública em Sobral-CE**. Anais III CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2016.

| ABORDAGEM METODOLÓGICA                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><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)</p> | <p>A abordagem metodológica escolhida para o trabalho foi Os Três Momentos Pedagógicos (3MP), proposta por Demétrio Delizoicov e José André Angotti. segundo Giacomini e Muenchen (2015), ao utilizar essa metodologia, se deve:</p> <p>[...] produzir uma articulação entre os conteúdos programáticos e os temas abordados, superar os principais problemas e limitações do contexto escolar, produzindo ações investigativas e problematizações dos temas estudados, levar o aluno a pensar de forma articulada e contextualizada com sua realidade e fazer com que ele possa ser ator ativo do processo de ensino/aprendizagem (Giacomini; Muenchen, 2015, p. 342).</p> <p>Os 3MP apresentam uma metodologia para o Ensino de Ciências dividida em três etapas, conforme Delizoicov e Angotti (1994):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O primeiro momento é a problematização inicial, no qual o professor busca conhecer a realidade e questionar os alunos sobre o assunto. O objetivo é identificar limitações e concepções alternativas.</li> <li>• O segundo momento é a organização do conhecimento, no qual o professor utiliza o conhecimento científico para exemplificar e aprofundar o tema. Isso é feito por meio de técnicas como estudo em grupo, construção de materiais, exposição dialogada, uso de equipamentos experimentais, realização de seminários, entre outras.</li> <li>• O terceiro e último momento é a aplicação do conhecimento, no qual o professor auxilia os alunos a incorporarem o conhecimento adquirido, capacitando-os para aplicar as conceituações científicas.</li> </ul> <p>Essa teoria se destaca por sua abordagem crítica, que envolve uma visão da ciência em constante evolução, reconhecendo suas lacunas e aproximando-a do conhecimento cotidiano, conforme Bachelard (Muenchen; Delizoicov, 2014). O conhecimento científico é considerado uma representação da compreensão dos fenômenos do dia a dia.</p> <p>Essa abordagem se baseia em uma fundamentação filosófica idealista e em uma teoria pedagógica e psicológica inspirada em Freire, na qual a educação e o conhecimento têm o propósito de capacitar o aluno a se tornar um agente de transformação em sua própria realidade.</p> |
| <p><b>Referências</b><br/>(de acordo com ABNT NBR 6023)</p>                                                                                                                                                                                                                       | <p>DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. <b>Metodologias do ensino de ciências</b>. São Paulo: Cortez, 1994.</p> <p>FREIRE, P. <b>Pedagogia do Oprimido</b>. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.</p> <p>GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. Os Três Momentos Pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. <b>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</b>, v. 15, n. 2, p. 339-355, 2015.</p> <p>LIBÂNEO, J. C. <b>Didática</b>. São Paulo: Cortez, 1994.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>MIZUKAMI, M. G. N. <b>Ensino</b>: as abordagens do processo. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA (E. P. U.), 1986.</p> <p>MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. <b>Ciência e Educação</b>, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2018.</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| TÍTULO, OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                    |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Título da UDM</b>                                            | <b>Uma jornada pela estrutura dos átomos.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                    |
| <b>Objetivos previstos em Orientações Curriculares Oficiais</b> | <p>Para o tema de Modelos Atômicos, no Currículo Paulista, apresenta como competência:</p> <p>Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (SÃO PAULO, p. 153, 2019).</p> <p>Esta habilidade (EM13CNT101) tem como unidade temática a Matéria e Energia, a qual tem como objeto do conhecimento da Química “Constituição da matéria (modelo atômico de Dalton, elementos, símbolos, massa atômica, número atômico)” (SÃO PAULO, 2019, p. 153), sendo estes alguns elementos do pré-requisitos para compreender melhor o conteúdo dos principais modelos atômicos.</p> <p>Deste modo, para o conteúdo de modelos atômicos, encontram-se no Currículo Paulista, como competência para o conteúdo:</p> <p>Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (SÃO PAULO, p. 157, 2019).</p> <p>O conteúdo é trabalhado pela unidade temática de Vida, Terra e Cosmos, o qual tem como habilidade EM13CNT201, descrita como “Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente” (SÃO PAULO, 2019, p. 157), sendo que, além da Química, este é objeto do conhecimento de trabalhado de outras duas disciplinas da área de Ciências da Natureza, como Biologia e Física. Para a área de Química, o objetivo é especificamente sobre a “Evolução dos modelos atômicos” (SÃO PAULO, 2019, p. 157).</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                    |
| <b>Objetivo de aprendizagem da UDM</b>                          | Aplicar os conceitos aprendidos na análise crítica da evolução dos modelos atômicos, executando o experimento proposto e relacionando o estudo de caso.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                    |
| <b>Título das SD*</b>                                           | <b>Objetivo de aprendizagem das SD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Conteúdo Programático das SD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Tempo Aproximado (em aulas)</b> |
| 1. O primeiro passo na jornada científica.                      | Entender o que é um átomo, introduzindo o conceito e interpretando os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, e as evidências e os apoiaram.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução do estudo de caso;</li> <li>• Introdução à estrutura do átomo (definição de átomo e composição de um átomo: prótons, nêutrons e elétrons);</li> <li>• Discussão sobre a relevância dos átomos na Química e na Física;</li> <li>• Estrutura do átomo de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.</li> </ul> | 2                                  |

|                               |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                         |   |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 2. Construindo a compreensão. | Compreender a evolução dos modelos atômicos, explicando as características, limitações e avanços de cada modelo.                             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Evolução de cada modelo atômico, apresentando as características de cada um, evidências e limitações.</li></ul> | 4 |
| 3. Modelos atômicos em ação   | Aplicar a teoria atômica de Bohr, executando o teste de chamas para a compreensão das transições eletrônicas, e resolução do estudo de caso. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Transições eletrônicas por meio do teste de chamas;</li><li>• Solução para o estudo de caso.</li></ul>          | 3 |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD1</b>                                                                   | O primeiro passo na jornada científica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                   |
| <b>Objetivo de aprendizagem da SD</b>                                                  | Entender o que é um átomo, introduzindo o conceito e interpretando os modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr, e as evidências e os apoiaram.                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                   |
| <b>Estratégia de Avaliação</b>                                                         | A avaliação dessa SD será informal, com a elaboração de respostas para o estudo de caso e da participação dos alunos no <i>Brainstorm</i> . As respostas fornecidas no estudo de caso serão somadas à avaliação final do estudo de caso, que será entregue na última SD.                                                                                                  |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                   |
| <b>Dia/Aula*</b>                                                                       | <b>Estratégia Didática</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Conteúdos programáticos de ensino</b>                                                                                                                       | <b>Gestão do tempo e do espaço (Tempo / Descrição das Atividades / Organização da Sala de Aula)</b>                                                                                                                                                                                        | <b>Recursos Didáticos</b>                                                                        | <b>Materiais de Aprendizagem/ Instrumento de avaliação</b>                                                                                        |
| 1                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo de caso</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentação do estudo de caso sobre a substância química;</li> <li>Principais modelos atômicos da história.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>5 min para os alunos chegarem na sala e preencher a lista de presença;</li> <li>5 min para leitura do estudo de caso (Anexo 1) (sentados em fileiras);</li> <li>10 minutos para discussão sobre o estudo de caso (sentados em fileiras);</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo de caso (A descoberta da substância X).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo de caso (Apêndice 1)</li> <li>Avaliação: discussões durante a leitura do estudo de caso.</li> </ul> |
|                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Brainstorm</i></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Conceito de átomo;</li> <li>Prótons, elétrons e nêutrons.</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>15 minutos para o Brainstorm e síntese de discussões;</li> <li>15 minutos para explicação do conceito de átomo e sua composição (sentados em fileiras).</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lousa, canetas, projetor e computador.</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Avaliação: discussões durante o <i>Brainstorm</i>.</li> </ul>                                              |
| 2                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aula expositiva e dialogada</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Relevância dos átomos na química;</li> <li>Estrutura do átomo de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>5 min para os alunos chegarem na sala e preencher a lista de presença;</li> <li>15 minutos para explicação e discussão da importância dos átomos na química;</li> <li>25 minutos para aula expositiva e dialogada.</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lousa, canetas, projetor e computador, slides.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Slides com conteúdo programático.</li> </ul>                                                               |
| <b>Referências (fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas)</b> | <p>ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). Estratégias de ensinagem. In: <b>Processos de ensinagem na universidade</b>: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville: Editora Unlville, 2005. Cap. 2, p. 74 - 107).</p> <p>SÁ, P. L.; QUEIROZ, S. L. <b>Estudo de Casos no Ensino de Química</b>. 2ed. São Paulo: Editora Átomo, 2010.</p> |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                  |                                                                                                                                                   |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                    |                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD2</b>                                             | Construindo a compreensão.                                                                                                      |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                    |                                                                                                                                                                           |
| <b>Objetivo de aprendizagem da SD</b>                            | Compreender a evolução dos modelos atômicos, explicando as características, limitações e avanços de cada modelo.                |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                    |                                                                                                                                                                           |
| <b>Estratégia de Avaliação</b>                                   | A avaliação dessa SD será formal com base na apresentação oral do trabalho, que apesar de ser em grupo, a nota será individual. |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                    |                                                                                                                                                                           |
| <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>                                                                                                                |
| 3                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa em grupo</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesquisa sobre a evolução dos modelos atômicos (características, evidências e limitações).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min para os alunos chegarem na sala e preencher a lista de presença;</li> <li>• 5 min para organizar os alunos em grupos e explicar como será feita a atividade;</li> <li>• 35 min para os alunos pesquisarem e preparem a apresentação (alunos organizados em grupos).</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador com acesso à internet.</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os alunos serão avaliados na próxima aula.</li> </ul>                                                                            |
| 4                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação oral</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação sobre a evolução dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min para os alunos chegarem na sala e preencher a lista de presença;</li> <li>• 40 min de apresentação de cada grupo (alunos organizados em fileiras).</li> </ul>                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador, projetor e apresentação de slides.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slides elaborado pelos alunos;</li> <li>• Avaliação: participação e coerência na argumentação durante a apresentação.</li> </ul> |
| 5                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva e dialogada</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprofundamento no modelo atômico de Dalton e Thomson</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min para os alunos chegarem na sala e preencher a lista de presença;</li> <li>• 40 min de aula expositiva e dialogada para aprofundar os conceitos dos modelos atômicos de Dalton e Thomson, aprimorando e expandindo o entendimento dos tópicos abordados nas apresentações em grupo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador e projetor.</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slides com o conteúdo programático;</li> <li>• Nessa aula os alunos não serão avaliados.</li> </ul>                              |

|                                                                                    |                                                                                 |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                            |                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula expositiva e dialogada</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprofundamento no modelo atômico de Rutherford e Bohr</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min para os alunos chegarem na sala e preencher a lista de presença;</li> <li>• 40 min de aula expositiva e dialogada para aprofundar os conceitos dos modelos atômicos de Rutherford e Bohr, aprimorando e expandindo o entendimento dos tópicos abordados nas apresentações em grupo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador e projetor.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slides com o conteúdo programático;</li> <li>• Nessa aula os alunos não serão avaliados.</li> </ul> |
| Referências<br>(fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas) |                                                                                 |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                            |                                                                                                                                              |

| SELEÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS E DAS ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título da SD3</b>                                             | Modelos atômicos em ação.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                |
| <b>Objetivo de aprendizagem da SD</b>                            | Aplicar a teoria atômica de Bohr, executando o teste de chama para a compreensão das transições eletrônicas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                |
| <b>Estratégia de Avaliação</b>                                   | A avaliação dessa SD será formativa e formal. Na primeira aula será pelas respostas do questionário sobre o experimento, sendo esta nova em grupo. Para a segunda aula, a avaliação terá como base as soluções do estudo de caso, que serão entregues em grupo. Já para a terceira aula, a avaliação terá como base o mapa conceitual e o texto dissertativo, sendo a nota individual. Após a correção do mapa conceitual, os alunos poderão refazê-la, caso julgue necessário. |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                |
| <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>                                                                                                     |
| 7                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Experimentação - Teste de chama</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação de elementos químicos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>5 min para os alunos chegarem no laboratório e preencherem a lista de presença;</li> <li>5 min para organização dos alunos em grupo no laboratório;</li> <li>5 min para retomada sobre a teoria de Bohr;</li> <li>30 min para atividade experimental. Com roteiro em mãos (Anexo 2), os alunos irão realizar, em grupos, o teste de chama para 5 amostras. Na aula seguinte, os alunos deverão entregar o roteiro de experimentação preenchido e respondido.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Lousa, espátula, arame Cr-Ni, pinça de madeira, ácido clorídrico (HCl) 50% em béquer de 50 mL, bico de gás e amostras de sais em copos de plástico.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Roteiro do experimento (Apêndice 2).</li> <li>Avaliação: questionário respondido e entregue na próxima aula.</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo de Caso</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolução do estudo de caso sobre a substância química.</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min para os alunos chegarem na sala e preencherem a lista de presença;</li> <li>• 5 min para relembrar o estudo de caso;</li> <li>• 5 min para organização dos alunos em grupo;</li> <li>• 30 min para trabalho em grupo e discussão sobre a resolução do caso, onde os alunos devem aplicar os modelos atômicos e se precisar desenvolver um modelo apropriado para solucionar o caso. O caso solucionado deverá ser entregue na próxima aula.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador com acesso a internet.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo de caso (Anexo 1).</li> <li>• Avaliação: estudo de caso solucionado entregue na próxima aula.</li> </ul> |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa conceitual</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principais pontos dos modelos atômicos de Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 min para organização dos alunos em grupo;</li> <li>• 5 min para breve explicação do que é um mapa conceitual;</li> <li>• 35 min para fazer uma mapa conceitual relacionando os modelos atômicos e apresentando suas principais características, exemplos e aplicações. E ao final, fazer um texto dissertativo para relacionar as palavras chaves do mapa.</li> </ul>                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Folha sulfite e caneta.</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação: mapa conceitual e texto dissertativo.</li> </ul>                                                     |
| <p><b>Referências</b><br/>(fundamentação das estratégias didáticas e de avaliação escolhidas)</p> <p>BEGO, A M. A implementação de unidades didáticas multiestratégicas na formação inicial de professores de Química. <b>Coleção Textos FCC</b>, v. 50, p. 55 - 72, 2016.</p> <p>MORALLES, V. A. <b>Vamos modelar, professor Hélio?</b>: Desenvolvimento do conhecimento prático-profissional por meio da implementação de uma Unidade Didática Multiestratégica. Orientador: Amadeu Moura Bego. Tese (Doutorado - Curso de Química), Universidade Estadual Paulista - Instituto de Química Araraquara, Araraquara, 2021.</p> <p>SÁ, P. L.; QUEIROZ, S. L. <b>Estudo de Casos no Ensino de Química</b>. 2ed. São Paulo: Editora Átomo, 2010.</p> <p>SILVA, R. R. <b>Ensino de Química em foco</b>. Ijuí: Unijuí, 2010.</p> <p>UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Química Geral Laboratório - Aula Prática 4: Teste de Chama. Disponível em: <a href="http://paginapessoal.utfpr.edu.br/ctmiranda/quimica-geral-laboratorio-qb61a/AULA%20PRATICA%204%20QB61A.pdf/view">http://paginapessoal.utfpr.edu.br/ctmiranda/quimica-geral-laboratorio-qb61a/AULA%20PRATICA%204%20QB61A.pdf/view</a>. Acesso em: 30 de outubro de 2023.</p> |                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                                          |



## Materiais de Aprendizagem

### APÊNDICE 1 - Estudo de Caso: A descoberta da Sustância X.

Há muitos anos, na prestigiada Universidade de Ciências, uma equipe dedicada de pesquisadores e cientistas se reunia diariamente em seu laboratório de Química. Sob a liderança da renomada professora Dra. Keyla Nakaima, especialista em Química teórica e experimental, o grupo estava acostumado a desafios científicos. Um desses desafios surgiu quando a universidade recebeu uma misteriosa substância desconhecida, denominada de “Substância X (SX)”, cujas propriedades únicas intrigavam a equipe.

O time era composto por quatro membros principais: Dra. Keyla Nakaima, a Dra. Cristiane Crestana, especializada em Bioquímica; o Dr. Thiago Oswald, especialista em análise instrumental; e a Dra. Gabriela Galatte, engenheira química com habilidades em técnicas experimentais.

A Dra. Nakaima, intrigada com a natureza da substância, convocou uma reunião no laboratório para discutir a estratégia a ser adotada.

**Dra. Nakaima:** - Não temos ideia do que estamos lidando aqui, mas acredito que por meio de estudos e experimentos, podemos desvendar a composição da substância. É necessário coletar a amostra e realizar uma série de experimentos controlados.

Assim que finalizou sua fala, a Dra. ficou observando seus colegas com determinação e a espera de alguma manifestação, até que Dra. Crestana se expressou:

**Dra. Crestana:** - Podemos nos dividir de maneira que cada um realize estudos para chegarmos a uma conclusão em alguma teoria e assim realizaremos uma discussão, para que depois possamos realizar os experimentos.

Nakaima contente com a resposta com de Crestana, comentou:

**Dra. Nakaima:** - Excelente ideia Dra, acredito que assim terminaremos mais rápidos, além de não sobrecarregar apenas uma pessoa. Tudo certo para vocês, Dr. Oswald e Dra. Galatte?

**Dr. Oswald:** - Sim Dra, só irei organizar minha bancada, pois estou finalizando alguns experimentos de outra amostra, e já irei iniciar minha pesquisa.

**Dra. Galatte:** - Por mim, sem problemas Dra, porém, precisamos conversar para decidir o que cada um irá pesquisar, para estudarmos sobre os mesmos conceitos.

Deste modo, o grupo se dividiu em tarefas específicas. O Dr. Oswald ficou responsável por estudar sobre retrossíntese, enquanto as Dra Crestana e Galatte foram responsáveis por estudar sobre os modelos atômicos.

Dias se passaram enquanto os cientistas estudavam e se dedicavam às suas respectivas pesquisas. Quando a Dra Nakaima reuniu a equipe para uma atualização, o Dr. Oswald expressou suas preocupações sobre a linha de estudo que estava seguindo.

**Dr. Oswald:** - Pesquisei bastante na linha de retrossíntese na orgânica, mas acredito que essa não é a melhor opção para descobrirmos a composição da substância. Espero que as meninas tenham boas notícias, pois caso contrário, vamos ter que pensar em outra linha de estudo.

A Dra. Crestana, entusiasmada, compartilhou suas descobertas sobre os modelos atômicos, indicando que um experimento específico poderia ser a chave para determinar a composição da Substância X de maneira eficaz e econômica. Nakaima, satisfeita com a notícia, instruiu a equipe a discutir entre si e iniciar os experimentos. Após algumas análises, os cientistas conseguiram desvendar a composição da amostra misteriosa.

A Dra. Nakaima, expressou sua alegria com os resultados e parabenizou a equipe pelo empenho e o trabalho em conjunto. Assim, a equipe de cientistas reafirmou que, através de estudos, colaboração e dedicação, é possível alcançar descobertas extraordinárias.

### **Considerando o Caso a seguir:**

- a) Descreva o experimento conduzido pelos cientistas para investigar a composição da Substância X, e explique a razão pela qual escolheram essa abordagem.
- b) Identifique e explique qual teoria atômica é aplicável para fundamentar e esclarecer o experimento realizado na busca pela compreensão da Substância X.

## APÊNDICE 2

### Roteiro de experimentação - Teste de Chamas

#### NOME DA INSTITUIÇÃO ESCOLAR

Química

Roteiro experimental - Teste de Chamas

#### Introdução

O teste de chama é um procedimento empregado para realizar uma análise qualitativa da presença de metais em compostos químicos. Ele se baseia no princípio de que, quando uma quantidade específica de energia é fornecida a um elemento químico na forma de calor, como uma chama, alguns elétrons da camada de valência absorvem essa energia, movendo-se para níveis energéticos mais elevados, resultando no que é conhecido como um estado excitado. À medida que esses elétrons excitados retornam ao seu estado fundamental, eles liberam a energia previamente absorvida na forma de radiação. Cada elemento emite radiação em um comprimento de onda característico, uma vez que a energia necessária para excitar os elétrons é única para cada elemento.

Alguns elementos emitem radiação com comprimentos de onda na faixa do espectro visível, ou seja, dentro do alcance de cores visíveis ao olho humano. Portanto, é possível identificar a presença de elementos específicos com base nas cores características que eles emitem quando são aquecidos na chama. Essa característica também é explorada na pirotecnia, onde a queima de diferentes compostos químicos produz uma variedade de cores em fogos de artifício.

#### Objetivos

Aplicar os conceitos da teoria atômica de Bohr para explicar os resultados obtidos em amostras com sais, executando um procedimento experimental de teste de chamas.

#### Materiais

Espátula;

Amostra de sais em copos de plástico;

Ácido clorídrico (HCl) 50% em béquer de 50 mL;

Arame Cr-Ni;

Pinça de madeira;

Bico de gás.

### **Cátions utilizados para o teste de coloração**

$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{Bi}^{3+}$ .

### **Procedimento**

1. Deixar a chama do bico de gás azul;
2. Umedecer a ponta do arame em HCl 50% e colocar na chama até ficar vermelho;
3. Tomar um pitada de sal na ponta dobrada do arame;
4. Levar a ponta do arame com os cristais à chama, na região mais quente;
5. Observar a coloração da chama produzida pelo metal e anotar no quadro abaixo;
6. Repetir as operações acima com todas as amostras

| <b>Amostra</b> | <b>Coloração</b> | <b>Cátion</b> |
|----------------|------------------|---------------|
| 1              |                  |               |
| 2              |                  |               |
| 3              |                  |               |
| 4              |                  |               |
| 5              |                  |               |
| 6              |                  |               |
| 7              |                  |               |
| 8              |                  |               |
| 9              |                  |               |

### **Discussões**

A partir do experimento realizado e das discussões desenvolvidas em sala de aula, responda:

1. O que explica a mudança e cor da chama quando está na presença de um íon metálico?
2. Por que cada um dos metais apresentou uma colocação diferente?
3. Quando é possível observar a mudança de cor na chama?
4. Como o teste de chamas se relaciona com a teoria atômica de Bohr?