

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Química de Araraquara

Carolina Martins Primo

Como tornar indissociáveis ensino, pesquisa e extensão na
Química? Um estudo sobre implementação de um design inovador
sobre MOFs luminescentes

Araraquara
2023

CAROLINA MARTINS PRIMO

Como tornar indissociáveis ensino, pesquisa e extensão na Química?
Um estudo sobre implementação de um design inovador sobre MOFs
luminescentes

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Química do Instituto
de Química, Universidade Estadual
Paulista, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. Amadeu Moura Bego

Araraquara
2023

P953c Primo, Carolina Martins
Como tornar indissociáveis ensino, pesquisa e extensão na Química? Um estudo sobre implementação de um design inovador sobre MOFs luminescentes / Carolina Martins Primo.
-- Araraquara, 2023
265 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química, Araraquara
Orientador: Amadeu Moura Bego

1. Ensino. 2. Pesquisa. 3. Extensão universitária. 4. Divulgação científica. 5. Estudo de caso. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Química, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Os impactos potenciais desta pesquisa estão pautados em avanços nas discussões sobre práticas universitárias que envolvem o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão na Química, propondo caminhos inovadores para pensar a indissociabilidade articulada às práticas de divulgação científica e de ensino de química da graduação.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The potential impact of this research is based on advances in discussions about university practices that involve the principle of indissolubility between teaching, research and extension in chemistry, proposing innovative ways to think about indissolubility linked to the practices of science communication and undergraduate chemistry teaching.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA
DISSERTAÇÃO:**

Como tornar indissociáveis ensino, pesquisa e extensão na Química?
Um estudo sobre implementação de um design inovador sobre
MOFs luminescentes

AUTORA: CAROLINA MARTINS PRIMO

ORIENTADOR: AMADEU MOURA BEGO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Química, pela
Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **AMADEU MOURA BEGO**
Data: 24/08/2023 10:45:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. AMADEU MOURA BEGO (Participação Virtual)
Departamento de Química Analítica Físico-Química e Inorgânica / Instituto de Química - UNESP -
Araraquara

Prof. Dr. MÁRLON CAETANO RAMOS PESSANHA (Participação Virtual)
Departamento de Metodologia de Ensino / Centro de Educação e Ciências Humanas - UFSCar - São
Carlos

Profa. Dra. MARIA ODILA HILARIO CIOFFI (Participação Virtual)
Departamento de Materiais e Tecnologia / Faculdade de Engenharia de Guaratingueta - UNESP
- Guaratingueta

Araraquara, 23 de agosto de 2023

DADOS CURRICULARES

IDENTIFICAÇÃO

Nome: Carolina Martins Primo.

Nome em citações bibliográficas: PRIMO, C. M.

FORMAÇÃO ACADÊMICA/TITULAÇÃO

- Graduação em Licenciatura em Química na Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Instituto de Química de Araraquara – Concluído em 2021.

FORMAÇÃO COMPLEMENTAR

- Técnico em Química – Colégio Politécnico Bento Quirino – Campinas – Concluído em 2014.

ATUAÇÃO PROFISSIONAL

- Professora de Química de Ensino Médio em Colégio Clemente Pavan – Hortolândia (abril/2022 – atual)
- Professora de Química de Ensino Médio em Colégio Alternativo – Hortolândia (março/2023 – atual)

PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA

- **Artigos completos publicados em periódicos**

- I) PRIMO, C. M.; BUFFON, E.; STRADIOTTO, N. R. A carbon nanotubes pectin composite for electrochemical determination of copper in aviation biokerosene by anodic stripping voltammetry. **FUEL**, v. 302, n.121179, p. 1 – 10, 2021.
- II) MASSI, L.; MORIS, C. H. A. A.; PIZA, C. T.; PRIMO, C. M.; CRUZ, E. M.; FACIROLLI, E. M. S.; CARVALHO, F. F.; PEDROSO, J. V. C.; NICHOLSON, M. I. G.; FERREIRA, T. L. Propostas de Ensino de Química focadas nas Questões Étnico-Raciais: uma experiência na licenciatura e seus desdobramentos para o nível médio. **Química Nova na Escola**, v. 42, p. 208 - 215, 2020.

- **Trabalhos publicados em anais de eventos científicos**

- PRIMO, C. M., MENDONÇA, K. L., MORALLES, V. A., BEGO, A. M. “Os peixes de aquário sempre morrem?”: uma proposta de Caso Investigativo para o ensino de substâncias e misturas. *In*: Anais do 21 Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais...**Uberlândia (MG). Universidade Federal de Uberlândia, 2023.

- I) PRIMO, C. M., BEGO, A. M. Forças Intermoleculares em uma abordagem de ensino por investigação adaptada para o contexto remoto: uma experiência do estágio supervisionado. *In: V Congresso Nacional de Formação de Professores e XV Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores, [on-line]. Anais...* São Paulo: UNESP, 2021. p. 281 – 293.
- II) PRIMO, C. M.; SOUZA, L. A.G.; PEREIRA, D. V.; BOCANEGRA, C. H. MORALLES, V. A.; BEGO, A. M. Elaboração de uma sequência didática para o ensino de análise elementar no ensino médio. *In: Evento de Educação em Química (EVEQ), 17, 2019, Araraquara. Anais...*Araraquara: UNESP Araraquara, 2019. p. 1.
- III) PRIMO, C. M., BUFFON, E., STRADIOTTO, N. R. Copper determination in aviation bioquerosene by anodic stripping voltammetry using a carbon nanotubes-pectin modified electrode. *In: XXII Simpósio Brasileiro de Eletroquímica e Eletroanalítica (SIBEE), 1, 2019, Ribeirão Preto. Anais...*Ribeirão Preto: USP Ribeirão Preto, 2019, p. 1.
- IV) PRIMO, C. M. BUFFON, E., STRADIOTTO, N. R. Sensor voltamétrico baseado em eletrodo modificado com nanotubos de carbono contendo pectina para determinação de cobre em bioquerosene de aviação. *In: XXXI Congresso de Iniciação Científica, XXXI, 2019, Araraquara. Anais...*Araraquara: Instituto de Química da UNESP, 2019. p. 1.

➤ **Apresentação de trabalhos em congressos**

- I) PRIMO, C. M., BEGO, A. M., FREM, R. C. G. Teaching, research and extension: the implementation of a design for the elaboration of Popular Science Texts and Case Studies inspired by a scientific research on luminescent Metal-Organic Framework. *In: 46ª Reunião Anual da SBQ (RASBQ). 2023. (Apresentação de Pôster).*
- II) VIEIRA, V. H., PRIMO, C.M., BEGO, A. M., FREM, R. C. G. Impacts of the implementation of a Case Study about Inorganic Chemistry on the motivation of chemistry undergraduate students. *In: 46ª Reunião Anual da SBQ (RASBQ). 2023. (Apresentação de Pôster).*
- III) SILVA, L. L., BEGO, A. M., PRIMO, C. M., FREM, R. C. G. Creation of a Popular Science Text on Metal-Organic Frameworks (MOFs) to teach Chemistry. *In: 46ª Reunião Anual da SBQ (RASBQ). 2023. (Apresentação de Pôster).*
- IV) PRIMO, C. M., MENDONÇA, K. L., MORALLES, V. A., BEGO, A. M. “Os peixes de aquário sempre morrem?": uma proposta de Caso Investigativo para o ensino de substâncias e misturas. *In: Anais do 21 Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). (Apresentação Oral).*

➤ **Demais produções**

- I) LIMA, B. G.; MARINELI, G. C.; RODRIGUES, L. S.; MAESTER, L. C. T.; SANTOS, V. A.; BEGO, A. M.; VERRUMA, O. F.; PRIMO, C. M. Rastros: você sabe como a química pode auxiliar na resolução de crimes? 2022. (Texto de Divulgação Científica). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/236676>
- II) MESTRINER, E. R.; TEO, L. C. B.; SILVA, L. L. E.; PORTELLA, M. M. F.; BEGO, A. M.; VERRUMA, O. F.; PRIMO, C. M. O que é MOF? E o que essas três letras representam para a anti-falsificação? 2022. (Texto de Divulgação Científica). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/236675>
- III) FERREIRA, A. J. S.; ANTENOR, A. N.; SILVA, A. S.; ARAGAO, A. R.; DOMINGUES, W. G.; BEGO, A. M.; VERRUMA, O. F.; PRIMO, C. M. Novas maneiras de resolver crimes: o que são MOFs e como são usadas na química forense? 2022. (Texto de Divulgação Científica). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/236673>
- IV) MANGILI, H. M.; DIAS, L. B. L.; SCANFELLA, M. F.; BATISTA, V. B. S.; BEGO, A. M.; VERRUMA, O. F.; PRIMO, C. M. A química e os novos protagonistas na investigação criminal. 2022. (Texto de Divulgação Científica). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/236672>
- V) LIMA, B. G.; MARINELI, G. C.; RODRIGUES, L. S.; MAESTER, L. C. T.; BEGO, A. M.; PRIMO, C. M. O propósito de Josi: um caso investigativo. 2022. (Caso Investigativo). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/236669>
- VI) FERREIRA, A. J. S.; ANTENOR, A. N.; SILVA, A. S.; ARAGAO, A. R.; DOMINGUES, W. G.; BEGO, A. M.; PRIMO, C. M. Operação no limite do golpe: um caso investigativo. 2022. (Caso Investigativo). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/236670>
- VII) MESTRINER, E. R.; TEO, L. C. B.; SILVA, L. L. E.; BEGO, A. M.; PRIMO, C. M. Um caso investigativo: você teria a sorte do estagiário? 2022. (Caso Investigativo). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/236671>
- VIII) MANGILI, H. M.; DIAS, L. B. L.; SCANFELLA, M. F.; BATISTA, V. B. S.; BEGO, A. M.; PRIMO, C. M. As máscaras: um caso investigativo. 2022. (Caso Investigativo). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/236666>

PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS CIENTÍFICOS

➤ **Participação de Comissões Organizadoras**

- I) XIX Evento de Educação em Química (EVEQ) – 2022.
- II) XVIII Evento de Educação em Química (EVEQ) – 2021.
- III) Pré-EVEQ Evento de educação em Química – 2020.
- IV) XVII Evento de Educação em Química (EVEQ) – 2019.

➤ **Outros**

- I) Apresentação no Flash Poster Presentation da 46ª Reunião Anual da SBQ (RASBQ) em Águas de Lindóia – 2023.
- II) Participação como coordenadora de sessão de apresentação de trabalhos na modalidade Relatos de Experiência – V Congresso Nacional de Formação de Professores e XV Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores – 2021.

Dedico aos meus pais Edcarlos Primo e Judinei Aparecida Martins Primo pelo incentivo, apoio e amor incondicionais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Ao Instituto de Química da UNESP pela formação de excelência e a todos os funcionários da instituição pelo apoio ao longo da minha graduação e pós-graduação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Amadeu Moura Bego, por sempre “me dar corda” e acreditar no meu potencial. Todas as reuniões de orientação e conversas foram fundamentais tanto para meu crescimento profissional quanto pessoal.

Aos integrantes do Programa de Educação Tutorial (PET), por me receberem tão bem e por encararem todas as nossas ideias com muita dedicação e bom humor.

Ao Leonardo, Vitor e Olavo, pela parceria e dedicação durante o desenvolvimento dos nossos trabalhos e, sobretudo, pela amizade que deixou o processo mais leve e divertido.

À Profa. Dra. Regina Célia Galvão Frem, pelos ensinamentos preciosos e por aceitar fazer parte da nossa equipe com muito empenho.

Aos meus pais, Edcarlos Primo e Judinei Aparecida Martins Primo, por nunca medirem esforços para me apoiar e incentivar em toda e qualquer etapa da minha vida.

Ao meu noivo, Alisson Duque, pelo carinho, amor e incentivo em cada escolha que eu faço.

Às minhas queridas amigas, Gabriela, Isabela, Leticia, Vanderly e Victória, por terem sido meu lar durante a graduação e, depois de alguns anos, permanecerem.

Aos integrantes da Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ), pelo suporte, amizade e ensinamentos de sempre.

*Se a educação sozinha não transforma a sociedade,
sem ela, tampouco, a sociedade muda (Paulo Freire).*

RESUMO

O princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foi concebido como um caminho para garantir um projeto de universidade pública brasileira de qualidade, democrático e socialmente relevante. Entretanto, o que se observa atualmente são relações duais desequilibradas, em que muitas vezes a pesquisa se desconecta de práticas extensionistas e até mesmo do ensino de graduação. Pensando nisso, o objetivo deste trabalho situa-se em investigar as inter-relações entre as dimensões do ensino, da pesquisa e da extensão na implementação de um *design* pautado na produção de Textos de Divulgação Científica (TDC) e Casos Investigativos (CI) sobre Redes Metalorgânicas, do inglês Metal-Organic Frameworks (MOFs) luminescentes. A pesquisa foi desenvolvida no contexto do Programa de Educação Tutorial (PET-Química) e se inspirou nos princípios teóricos e metodológicos da pesquisa baseada em *design* (DBR). O *design* elaborado apresentou três etapas progressivas, as quais envolveram: I) estudos e aprofundamentos sobre o conhecimento químico das MOFs; II) estudos e produção de TDC sobre a pesquisa científica; III) estudos e produção de CI inspirados nos TDC e resultaram na produção de quatro TDC e quatro CI. Os dados coletados foram subdivididos em dois blocos. O primeiro bloco trata-se das percepções dos participantes acerca do processo de implementação do *design* e foi levantado utilizando a técnica de Grupos Focais. Os dados obtidos foram analisados utilizando a técnica de categorização e, ao todo, foram propostas quatro categorias analíticas: I) envolvimento com o processo científico; II) experiência formativa ampla e significativa; III) gerenciamento do *design*; IV) consciência ética e sociopolítica. O segundo bloco diz respeito aos produtos finais do *design*, elaborados pelos participantes. Assim, baseados em instrumentos propostos pela literatura especializada, os TDC foram analisados quanto à forma e ao conteúdo e os CI foram analisados em relação às características exigidas para que sejam considerados bons casos. As inter-relações entre processo e produto sob a óptica do princípio da indissociabilidade permitiu a investigação da interface entre ensino, pesquisa e extensão gerada pela implementação do *design*. As análises forneceram indícios de que a indissociabilidade foi permitida a partir do desenvolvimento de uma cultura colaborativa e de integração entre diferentes grupos e atores universitários. O projeto, por sua vez, apresentou um caráter formativo amplo e significativo aos petianos e envolveu o desenvolvimento de uma consciência de comprometimento social e pedagógico, que se materializaram em textos qualificados para cumprir diferentes papéis na inter-relação entre ensino, pesquisa e extensão.

Palavras-chave: ensino; pesquisa; extensão universitária; divulgação científica; estudo de casos;

ABSTRACT

The principle of indissolubility between teach, research and extension was conceived as a way to guarantee a quality, democratic and socially relevant Brazilian public university project. However, what is currently observed are unbalanced dual relationships, in which research is often disconnected from extensionist practices and even undergraduate teaching. Thinking about it, the objective of this work is to investigate the interrelationships between the dimensions of teach, research and extension in the implementation of a design based on the production of Popular Science Texts (PST) and Case Studies (CS) on metal-organic frameworks (MOFs). The research was developed in the context of the "Programa de Educação Tutorial" (PET-Química) and was inspired by the theoretical and methodological principles of design-based research (DBR). In general, the project presented three main progressive cycles, which involved: I) deepening studies of the chemical contents of MOF; II) studies and production of PST based on this scientific research; III) studies and production of CS inspired by the PST. The implementation of the design resulted in four PST and four CS. The collected data were subdivided into two blocks. The first block deals with perceptions of the participants about the design implementation process and was raised using the Focal Group technique. The data obtained were analyzed using the categorization technique and four analytical categories were proposed: I) involvement with the scientific process; II) broad and meaningful formative experience; III) design management; IV) ethical and sociopolitical awareness. The second block concerns the final products of the design, elaborated by the participants. Thus, based on instruments proposed by the specialized literature, the PSTs were analyzed in terms of form and content, and the CS were analyzed in relation to the characteristics required for them to be considered good cases. The interrelations between process and product from the perspective of the principle of indissolubility allowed the investigation of the interface between teach, research and extension produced by the design implementation. The analyses provided evidence that the indissolubility was allowed from the development of a collaborative culture and integration between different groups and university actors. The project, in turn, presented a broad and significant formative character to the students and involved the development of an awareness of social and pedagogical commitment, which materialized in qualified texts to fulfill different roles in the relationship between teach, research and extension.

Keywords: teach; research; university extension; science communication; case studies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelos de concepção de Extensão Universitária para a sociedade e com a sociedade, respectivamente.	46
Figura 2. Modelo de comunicação científica.	52
Figura 3. Modelo de comunicação científica (processos).	55
Figura 4. Esquema adotado para análise dos TDC.	60
Figura 5. Diagrama da sequência de inserção das características para escrever um caso.	70
Figura 6. Fluxograma da correlação entre o tipo de caso e as habilidades que podem ser desenvolvidas.	75
Figura 7. Representação da metodologia DBR.	89
Figura 8. Interação sistemática do ciclo de design.	90
Figura 9. Modelos de processos de DBR por Collins (1990), Brown (1992), Bannan-Ritland (2003), Reeves (2006) e Anderson e Shattuck (2012).	92
Figura 10. Equipe de trabalho multidisciplinar envolvida no gerenciamento do design.	101
Figura 11. Esquema básico da estrutura didática das ações do projeto de <i>design</i>	105
Figura 12. Atividade de seminário disparador sobre Redes Metalorgânicas, transmitido via Youtube.	107
Figura 13. Apresentação interna do aluno IC-Applied MOFs sobre sua pesquisa.	108
Figura 14. Atividade de seminário disparador sobre Divulgação Científica, transmitido via Youtube.	109
Figura 15. Atividade de seminário disparador sobre Casos Investigativos, transmitido via Youtube.	113
Figura 16. Capas dos TDC produzidos durante a implementação do design.	169
Figura 17. Boxes informativos do TDC 1.	183
Figura 18. Box informativo do TDC 2.	184
Figura 19. Boxes informativos do TDC 3.	185
Figura 20. Glossário do TDC 4.	186
Figura 21. Boxes informativos do TDC 4.	187
Figura 22. Layout do TDC 2.	188
Figura 23. Recursos visuais retirados do TDC 1.	190
Figura 24. Recursos visuais retirados do TDC 2.	191

Figura 25. Recursos visuais retirados do TDC 2.	191
Figura 26. Recursos visuais retirados do TDC 1.	192
Figura 27. Capas dos CI produzidos durante a implementação do design.	199
Figura 28. Proposta final do CI 1.....	202
Figura 29. Proposta final do CI 2.....	205
Figura 30. Proposta final do CI 3.....	207
Figura 31. Introdução do CI 4.....	208
Figura 32. Proposta final do CI 4.....	210
Figura 33. Síntese ampla do design, seus princípios e implicações sob a óptica do princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.	225
Figura 34. Desdobramentos e perspectivas futuras da presente pesquisa.....	229

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Análise da cena enunciativa e da prática social referente às diferentes formações discursivas sobre ensino, pesquisa e extensão.....	41
Quadro 2. Diferentes tipos de CI para se trabalhar em sala de aula.....	73
Quadro 3. Composição dos Grupos Focais e sigla para identificação dos componentes do grupo.....	116
Quadro 4. Questões, fontes e instrumentos de pesquisa.....	118
Quadro 5. Códigos analíticos da categoria “envolvimento com o processo científico”.	120
Quadro 6. Frequência e distribuição do código analítico “conhecimentos sobre o grupo de pesquisa e noções gerais sobre suas áreas de atuação”.	121
Quadro 7. Frequência e distribuição do código analítico “interesse e envolvimento com a pesquisa científica”.	122
Quadro 8. Frequência e distribuição do código analítico “reconhecimento dos procedimentos internos e funcionamento de uma pesquisa científica”.	124
Quadro 9. Códigos analíticos da categoria “experiência formativa ampla e significativa”.....	130
Quadro 10. Frequência e distribuição do código analítico “percepção de aprendizagem significativa de conteúdos curriculares”.	130
Quadro 11. Frequência e distribuição do código analítico “percepção de experiência significativa extracurricular inovadora”.	132
Quadro 12. Frequência e distribuição do código analítico “sentimento de reconhecimento e autoconfiança”.	135
Quadro 13. Frequência de identificação do código analítico “reconhecimento da importância do conhecimento para o futuro profissional”.	137
Quadro 14. Frequência e distribuição do código analítico “percepção de aprendizagem da DC como um gênero discursivo específico”.....	140
Quadro 15. Frequência e distribuição do código analítico “reconhecimento das características e do uso de CI como uma estratégia inovadora”.....	144
Quadro 16. Códigos analíticos da categoria “gerenciamento do design”.	150
Quadro 17. Frequência e distribuição do código analítico “Instrumentos e exemplares de referência”.	151

Quadro 18. Frequência e distribuição do código analítico “trabalho em equipe e colaborativo”	153
Quadro 19. Frequência e distribuição do código analítico “mediação da equipe multidisciplinar”	154
Quadro 20. Frequência de identificação do código analítico “feedback e avaliação formativa”.	156
Quadro 21. Frequência e distribuição do código analítico “dinâmica integrativa, gradual e não linear do processo”.	158
Quadro 22. Códigos analíticos da categoria “consciência ética e sociopolítica”.	162
Quadro 23. Frequência e distribuição do código analítico “comprometimento com a acessibilidade da informação”.	162
Quadro 24. Frequência e distribuição do código analítico “Reconhecimento da responsabilidade social universitária”	163
Quadro 25. Frequência de identificação do código analítico “Comprometimento com o engajamento e envolvimento do leitor com o texto”.	165

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT = Associação Brasileira de Normas e Técnicas

APB = Aprendizagem Baseada em Problemas

CI = Casos Investigativos

CPC = Comunicação Pública da Ciência

C&T = Ciência e Tecnologia

DBR = *Design based Research*

DC = Divulgação Científica

GF = Grupo Focal

GPEQSC = Grupo de Pesquisa e Ensino de Química de São Carlos

IC = Iniciação Científica

IQCar = Instituto de Química campus Araraquara

MEC = Ministério da Educação

MOF = *Metal-Organic Framework*

NCCSTS = *National Center for Case Study Teaching in Science*

PBL = *Problem Based Learning*

PET = Programa de Educação Tutorial

RIPEQ = Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química

TDC = Textos de Divulgação Científica

UNESP = Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	25
CAPÍTULO 2: DEFINIÇÃO E APROFUNDAMENTO TEÓRICO	36
2.1 <i>O princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão nas universidades brasileiras.....</i>	36
2.2 <i>A extensão universitária e a Divulgação Científica: possíveis aproximações para o diálogo entre a universidade e a sociedade.....</i>	49
2.3 <i>O uso de Casos Investigativos e o ensino de Química: possibilidades inovadoras para a graduação</i>	63
CAPÍTULO 3: A PROPOSTA DO DESIGN	81
3.1 <i>Objetivos e questões de pesquisa</i>	85
CAPÍTULO 4: DESENVOLVIMENTO DO <i>DESIGN</i>	87
4.1 <i>Desenho da pesquisa: a Design-Based Research.....</i>	87
4.2 <i>Etapas da DBR aplicadas à presente pesquisa</i>	94
4.2.1 Retomando o problema	95
4.2.2 Caracterização do contexto da pesquisa: o PET-Química.....	96
4.2.3 Princípios de <i>design</i>	99
4.2.4 Caracterização da equipe multidisciplinar.....	100
4.2.5 Esquema básico do <i>design</i> : estruturação das atividades do projeto	102
4.2.6 Descrição da implementação do projeto no contexto PET-Química	106
4.3 <i>Fontes de informação e instrumento de coleta de dados.....</i>	114
4.3.1 Grupos Focais	115
4.4 <i>Procedimentos para a análise dos dados</i>	116
4.5 <i>Triangulação de informações</i>	117
CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÃO	119
5.1 <i>Análise dos grupos focais: investigação sobre a percepção dos participantes sobre o processo do design</i>	119

5.1.1 Categoria “Envolvimento com o processo científico”	120
5.1.2 Categoria “Experiência formativa ampla e significativa”	129
5.1.3 Categoria “Gerenciamento do <i>design</i> ”	150
5.1.4 Categoria “Consciência ética e sociopolítica”	161
5.2 <i>Análise dos TDC e dos CI: investigação sobre os produtos finais do design.</i>	168
5.2.2 Análise dos CI	198
5.3 <i>Inter-relações entre pesquisa, TDC e CI sob a óptica do princípio da</i> <i>indissociabilidade</i>	213
CAPÍTULO 6: APERFEIÇOAMENTO DO <i>DESIGN E PERSPECTIVAS FUTURAS</i>	227
CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES	232
REFERÊNCIAS	235
APÊNDICE A - Instrumento de análise de TDC elaborado com base em Kawamura e Ribeiro (2005)	243
APÊNDICE B - ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DE TDC	245
APÊNDICE C - Instrumento para avaliação do Texto de Divulgação Científica (TDC)	251
APÊNDICE D - Instrumento de Análise de Casos Investigativos (CI)	254
APÊNDICE E - Roteiro para elaboração de Casos Investigativos	256
APÊNDICE F - Instrumento de análise de Casos Investigativos	259
APÊNDICE G - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	261
APÊNDICE H - Modelo para Transcrição audiovisual	263
APÊNDICE I - Roteiro para Condução do Grupo Focal	264

MEMORIAL ACADÊMICO

Meu interesse por Ciências começou em uma aula da professora Sandra, do SESI, no oitavo ano, outrora chamado de sétima série. Me recordo que o tema da aula era “vulcões” e tínhamos que elaborar uma maquete sobre o tópico. Anos depois, meus pais, totalmente comprometidos com minha educação, optaram por me inscrever em um curso técnico integrado ao ensino médio. Dentre as opções disponíveis (e eram muitas), lembro de prontamente escolher:

- Quero cursar Química!

E assim começa a minha jornada na área, sempre muito fascinada por aqueles conhecimentos que eram tão complexos e, ao mesmo tempo, faziam tanto sentido para mim. Como o curso técnico era integrado, durante as aulas de Química do médio eu apresentava certa facilidade em realizar as provas e entender o conteúdo. Por esse motivo, sempre ajudava uma grande amiga minha a estudar depois da escola. Nós morávamos perto e, depois da aula, pegávamos o ônibus e passávamos a tarde estudando.

Um dia, eu estava explicando o conteúdo da prova e percebi que ela me observava mais do que o normal, quando ela disse:

- Você deveria ser professora! Acho que você ‘leva jeito’.

E aquilo ficou na minha cabeça por muito tempo. Ao final do ensino médio, se iniciou uma pressão muito grande para o vestibular. Na época, meus pais, como sempre preocupados em me oferecer uma educação de qualidade, pagaram um ano de cursinho pré-vestibular, com a finalidade de ingressar na tão sonhada universidade pública da minha cidade, Campinas. Eu já havia feito planos para me formar e continuar perto de todas as pessoas que eu mais amo.

Todavia, o destino guardava planos diferentes para mim e hoje compreendo que mudar de cidade e ir estudar na UNESP foi a melhor escolha que eu poderia ter feito. No começo, devo confessar, chorava todos os dias com medo do novo e com a adaptação em uma cidade em que eu não conhecia ninguém, sozinha e com 18 anos, sem saber praticamente nada da vida.

Pouco tempo depois, conheci quatro meninas que, com o tempo, se tornaram praticamente minhas irmãs. Nossa “família” cresceu, morávamos todas juntas e a minha vida se alinhou à nova realidade. Senti que estava onde precisava estar, fazendo o que eu precisava fazer.

Com o passar da graduação, as disciplinas pedagógicas começaram a aumentar, visto que ingressei em um curso de licenciatura em Química. Se abria um novo mundo para uma pessoa que sabia que queria ser professora, mas não tinha ideia da complexidade da profissão. Meu interesse passou a aumentar cada vez mais, sempre fui considerada a aluna “engajada” com questões de ensino e educação pelos meus colegas de turma. E eu realmente era: lia todos os textos e livros recomendados e participava das discussões das aulas.

Conheci o professor Amadeu no primeiro ano de graduação. A maneira como ele conduzia suas aulas, sua dedicação e as estratégias diferenciadas me chamaram atenção logo de início. No terceiro ano de graduação, surgiu a oportunidade de participar do processo seletivo para o PIBID (Programa Institucional de bolsas de iniciação à docência), a qual ele era coordenador e eu fui classificada.

Considero este ano, de 2018, um dos mais marcantes da minha graduação. O PIBID realmente mudou a forma como eu encarava o trabalho docente. Apesar de ser o meu primeiro ano no programa, tive a oportunidade de pisar pela primeira vez em uma sala de aula como professora. Foi uma sensação única e indescritível. Mais uma vez, senti que era ali que deveria estar. Aprendi muito com o professor Amadeu, o qual passei a me inspirar ainda mais, com os professores supervisores e com os meus colegas do grupo.

Infelizmente, no final do ano recebemos a notícia que o PIBID passaria por modificações no edital e as atividades já não faziam mais sentido para o grupo e para nossa instituição. Nesse período, fui fazer iniciação científica em um laboratório de eletroanalítica, pois queria vivenciar também um “outro lado” que a graduação poderia me proporcionar.

Ao entrar no grupo, o orientador me apresentou ao, na época, doutorando Edervaldo Buffon. Passamos um ano trabalhando em um projeto para desenvolver um sensor eletroquímico para a detecção de cobre em bioquerosene de aviação. Esse ano foi extremamente importante na minha formação, aprendi muito sobre a rotina de um laboratório e de um pesquisador da área da Química “dura”.

Fiz amizades muito importantes na época, inclusive, ressalto a importância do Edervaldo, que nunca mediu esforços para me ajudar e cumpriu um grande papel de orientador e de amigo, o que deixava o processo muito mais leve e divertido. Infelizmente, no ano de 2023, recebi a notícia devastadora da partida tão prematura do Eder. Só fui capaz de agradecer por ter sido agraciada com sua supervisão

científica e, sobretudo, com sua amizade no ano de 2019. Agora nos resta seguir em frente e honrar sua grande dedicação e a pessoa incrível e dedicada que foi em vida.

Durante o projeto, apresentei painéis em congressos, escrevemos relatórios que, posteriormente, se transformaram em um artigo em inglês para uma importante revista da área. Todos esses grandes aprendizados foram fundamentais para minha formação.

Depois de finalizar o projeto, senti falta de estar em contato com as questões relacionadas ao ensino e procurei o professor Amadeu novamente para desenvolver uma iniciação científica na área. Esse trabalho, posteriormente, resultou no meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e foi muito marcante na minha jornada acadêmica. Apesar de estar na interface entre Química e a educação, o modo de conduzir uma pesquisa na área do ensino de Química era totalmente diferente do que havia vivenciado no ano anterior.

Durante a pesquisa, investiguei uma intervenção realizada em uma disciplina de graduação, pautada no uso de um Caso Investigativo chamado “Estudar Química para que?”. O Caso contava uma história corriqueira na vida de muitos professores: um aluno indisciplinado, com fones de ouvido, questionando a importância de se aprender Química no ensino médio, pois, segundo ele e sua mãe, não servia para nada. Os graduandos deveriam apresentar argumentos para justificar a importância da disciplina e a minha pesquisa se baseou na investigação do impacto do uso da estratégia didática nos argumentos de licenciandos para justificar a importância da disciplina de Química no ensino médio.

Aqui, não posso deixar de mencionar e agradecer a ajuda fundamental do, agora doutor, Vagner Moralles, que me auxiliou em todo o processo do TCC/IC. Sempre serei extremamente grata por ter sido tão solícito e pelo suporte fundamental no trabalho que desenvolvemos sob orientação do professor Amadeu.

Assim como o professor Amadeu, os ensinamentos do Vagner foram importantes não somente para a vida acadêmica, mas para a vida pessoal também. Neste ponto, cabe uma reflexão do quão privilegiada eu fui com pessoas incríveis ao meu lado e do quanto o trabalho colaborativo é fundamental na formação de um pesquisador.

Com a defesa do TCC, eu já praticamente estava inscrita no processo seletivo de mestrado. Tudo aconteceu muito rápido e natural. Me recordo de passar dias e noites (literalmente) estudando para a prova, o que me possibilitou uma boa colocação

na lista de aprovados. Foi aí que se iniciou a minha jornada, que resultou na presente dissertação.

Em uma conversa com o professor Amadeu, pensamos em dois caminhos e me lembro até hoje da fala dele, mais ou menos assim:

- Carol, você tem dois caminhos para seguir agora e precisa escolher um. O primeiro é um caminho que você está mais habituada e o outro é algo extremamente novo e desafiador. Pensa bastante, deixa “decantar” e depois você toma uma decisão.

Eu sai da reunião já com a certeza de que escolheria trilhar o caminho mais desafiador. Então, começamos a estabelecer as parcerias e a desenvolver o que chamamos de “grande projeto”, que envolveu a participação de três grupos da universidade.

Para não me alongar e, sobretudo, não antecipar o que vem adiante, posso dizer que foi um trabalho extenso e desafiador, que exigiu muito fôlego e dedicação. Mais uma vez destaco a importância de um trabalho colaborativo e harmonioso. Por isso, meus agradecimentos vão para todos que fizeram parte do projeto, tanto a equipe quanto os participantes.

O trabalho acadêmico, em diversos momentos, pode ser muito solitário e complexo e exige muita dedicação e foco, o que nem sempre é fácil. Acredito que as possibilidades que tive durante o processo foram essenciais para que eu compreenda um pouco mais sobre a pesquisa no Ensino de Química e sobre a profissão docente.

Aproximadamente na metade do mestrado, me deparei com a oportunidade de assumir aulas de Química para o ensino médio em uma escola na minha cidade. Depois de longas conversas e reflexões, resolvi enfrentar mais esse novo capítulo da minha trajetória e conciliá-lo com os afazeres do mestrado.

Acredito que esta tenha sido a tarefa mais desafiadora até agora. Apesar de ter ministrado algumas aulas pontuais no PIBID, assumir turmas em uma escola envolve uma série de comprometimentos e demandas específicas, as quais eu nunca havia tido na prática. Um ano depois, no final do mestrado, a quantidade de aulas dobrou e os desafios também.

Hoje eu posso dizer que desenvolvi um pouco mais da compreensão de que ser professor é um trabalho muito complexo e, ao mesmo tempo, inexplicavelmente gratificante. De forma análoga, ser pesquisadora de mestrado envolveu grandes desafios e aprendizados e, com isso, inúmeras conquistas pessoais e profissionais.

Com isso, finalizo este memorial acadêmico segura de que esta pesquisa me trouxe muitos aprendizados, me fazendo refletir sobre nosso papel na universidade e o papel da universidade na sociedade em que se insere. Me trouxe, também, importantes visões sobre esse assunto e sobre a área, no geral, as quais provavelmente não seriam desenvolvidas se não fosse por esta pesquisa.

Por fim, resta a certeza de que estou pronta para viver os próximos capítulos que estão por vir.

Em memória ao meu querido amigo e supervisor científico, Doutor Edervaldo Buffon.

CAPÍTULO 1: DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

As universidades desempenham um papel fundamental para o estreitamento da relação entre ciência e sociedade. Além de um espaço de formação acadêmica, profissional e de produção do conhecimento, é também considerado como “*locus* irradiador de valores de cidadania, geralmente com o objetivo de promover o desenvolvimento, seja orientado para a promoção social, para a sustentabilidade ou para a economia” (RIBEIRO; MAGALHÃES, 2014, p. 138).

Nesse sentido, Ribeiro e Magalhães (2014) discutem que uma das funções das universidades na dimensão responsabilidade social universitária é o de desenvolver profissionais para o exercício da cidadania, por meio de ações capazes de construir sociedades socialmente responsáveis. Destacam-se também a produção de conhecimento voltados para o desenvolvimento cultural, pois, segundo os autores:

A universidade continua a ser um rico espaço de convivência de pessoas e de construção de ideias e de conhecimento, *locus* de produção de pesquisa, para promover a elevação do nível educacional das pessoas, democratizar o acesso à informação e contribuir para a busca de soluções para os problemas sociais que mais atingem a humanidade na atualidade (RIBEIRO; MAGALHÃES, 2014, p. 141).

Os autores apontam que um dos principais compromissos da universidade com a sociedade é a difusão dos conhecimentos, produzidos a partir de pesquisas, por meio de atividades de ensino e extensão. Não obstante, a realidade mostra atualmente um cenário adversativo. Muitas vezes, o que se observa é que nem mesmo os alunos da graduação têm conhecimento sobre as pesquisas e produções científicas de suas próprias instituições, muito menos o grande público da sociedade. Isto significa dizer que muitos conhecimentos relevantes e com grande rigor metodológico, gerados internamente, acabam se restringindo ao próprio grupo de pesquisa no âmbito interno da universidade.

Com o contexto de pandemia que o mundo se deparou em 2020, foi possível observar um reflexo dessa realidade. Destaca-se a importância de o grande público conhecer e valorizar a ciência e a tecnologia, principalmente em momentos como estes, em que as informações distorcidas, propostas milagrosas e movimentos anti-vacinas a respeito do vírus SARS-CoV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2*) têm sido propagados a todo momento nas redes sociais e em grandes mídias.

Bego (2020) destaca a importância da estreita relação entre a ciência e a universidade pública junto à sociedade, principalmente associadas ao tripé *pesquisa, ensino e extensão*. O autor, em seu artigo de opinião, evidencia a necessidade de financiamentos adequados, ações coordenadas e sistemáticas que englobam um projeto amplo de universidade, em que a extensão seja contemplada como dimensão política, educativa, científica e cultural. Além disso, aponta para a necessidade da promoção do diálogo transformador entre a universidade e outros setores da sociedade.

Observa-se que as universidades possuem uma grande responsabilidade de democratização de toda forma de conhecimento produzido dentro dela. Dessa forma, entende-se que o papel da universidade vai muito além da própria produção de conhecimento e da formação de cidadãos qualificados.

Como proposta para dialogar com os mais diversos setores da sociedade, e pautando-se em formas de organização das universidades públicas brasileiras que sejam socialmente referenciadas e dialogadas com as demandas sociais, o art. 207 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) estabelece o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, para garantir a qualidade do trabalho acadêmico em universidades que sejam gratuitas, autônomas, democráticas e socialmente relevantes.

Vale destacar que “o conceito de indissociabilidade remete a algo que não existe sem a presença do outro, ou seja, o todo deixa de ser todo quando se dissocia” (TAUCHEN, 2009, p. 93). Assim, as dimensões devem se complementar e serem articulados com as funções operativas das atividades universitárias.

O ensino, a pesquisa e a extensão como indissociáveis podem ser entendidos ainda como “um princípio orientador da universidade nascido sob o influxo dos debates que estabelecem o lugar da universidade no seio da sociedade em geral” (MOITA; ANDRADE, 2009, p. 272).

Mazzili e Maciel (2010) defendem que o princípio da indissociabilidade é fundamental e indispensável para que a universidade possa cumprir seu papel na construção de uma sociedade mais equânime e democrática. Entretanto, não basta que pesquisa, ensino e extensão coexistam a fim de se alcançar a qualidade no trabalho acadêmico e desenvolver uma função social relevante. Essas dimensões precisam ser indissociáveis e, por isso, avançarem em conjunto: ao se ter avanços na

extensão, a pesquisa e o ensino devem ser modificados por esse avanço e vice-versa (GONÇALVES, 2015).

Diante disso, Moita e Andrade (2009) discutem que um ensino integrado ao conhecimento produzido por meio da pesquisa e, ao mesmo tempo, aos anseios da sociedade, concebidos pelas atividades de extensão, torna-se mais relevante e mais significativo para a comunidade universitária. Logo, o ato de ensinar se enriquece e amadurece nesse processo, uma vez que, ao integrar ensino, pesquisa e extensão, o professor universitário se mantém atualizado e conectado com as transformações que o conhecimento científico provoca ou sofre em sua relação com a sociedade. Os autores também salientam a formação de novos pesquisadores, críticos e comprometidos com a intervenção social como um reflexo de uma atividade de ensino integrada à pesquisa e extensão.

A extensão, o terceiro elemento mais recente do fazer acadêmico, surgiu a partir de demandas sociais e foi concebida como um caminho para estender o conhecimento para a sociedade. Isto significa dizer que, por muito tempo, a extensão foi entendida no Brasil como uma forma de difusão, prestação de serviços e de benefício à população carente (assistência) (GONÇALVES, 2015).

A partir da década de 1970, com o declínio da ditadura e posterior redemocratização do país, alguns movimentos sociais foram fortalecidos. Consequentemente, as universidades passaram a desempenhar funções sociais e políticas, ressignificando a extensão, que passa a ter hoje o sentido de “caminho de consolidação de responsabilidade e compromisso social e o como dimensão intrínseca da formação acadêmica e do conhecimento produzido na e pela universidade” (GONÇALVES, 2015, p. 1236).

No entanto, Sleutjes (1999) apontou que, na maioria das vezes, a extensão é concebida por meio de atividades socioculturais que acabam por não estender os conhecimentos produzidos nas instituições. Pensando na superação da distância entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos populares, Moita e Andrade (2009) defendem que as atividades de extensão não devem ser feitas de forma compulsória.

Assim como o ensino e a pesquisa, que surgem naturalmente frente ao compromisso social de uma instituição, a extensão é regida pelo princípio da indissociabilidade e, juntamente com a pesquisa, “tornam-se consequências naturais

da docência, referências para que o ensino não se torne abstrato nem desligado das realidades locais” (MOITA; ANDRADE, 2009, p. 273).

Nesse sentido, Tauchen e Fávero (2011) buscaram compreender as principais dificuldades encontradas por professores universitários para a concretização de projetos que articulam ensino, pesquisa e extensão. Dentre elas, pode-se citar a fragmentação do planejamento; o pouco engajamento de universitários para o desenvolvimento das iniciativas e, conseqüentemente, a falta de tempo e recurso para realizá-las; a urgência dos prazos; e o isolamento do trabalho e da cultura universitária.

Os professores universitários participantes da pesquisa defendem que a própria formação permanente dos docentes; a valorização das práticas pelos órgãos avaliadores; a promoção de espaços de diálogo e discussão internos e com a comunidade, e melhorias nas políticas de gestão são caminhos para fomentar a indissociabilidade. De acordo com os autores:

A universidade, ao desenvolver as atividades de ensino, pesquisa e extensão, não proporciona apenas a socialização, produção, desconstrução e ressignificação de objetos de conhecimento, mas se faz conhecer e se autoproduz como instituição. Nesta perspectiva, podem emergir do pensamento transdisciplinar contribuições no sentido de incentivar a percepção de conexões e interconexões, numa visão contextualizada do princípio da indissociabilidade, retomando e reintegrando a pluralidade e universalidade que são pressupostos do conhecimento universitário. **A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão não é, portanto, apenas uma questão legislativa, mas um princípio epistemológico fundamental à instituição universitária** (TAUCHEN; FÁVERO, 2011, p. 417, grifos nossos.)

Assim, depara-se com o grande desafio das universidades no que diz respeito ao desenvolvimento de projetos cujo princípio da indissociabilidade possa ser concebido como dimensão política, educativa, científica e cultural promotora do diálogo transformador entre a universidade e outros setores da sociedade. Diante disso, faz-se premente a condução de investigações sistemáticas acerca de projetos universitários que visem tanto produzir ações indissociáveis do tripé pesquisa, ensino e extensão quanto aprofundar estudos sobre as inter-relações entre essas dimensões. Vale a pena destacar o papel fundamental que algumas iniciativas vêm desempenhando no que se refere à conexão entre ensino, pesquisa e extensão.

As práticas de Divulgação Científica (DC), por exemplo, têm alterado a forma com que a sociedade acessa contemporaneamente diversas informações sobre ciência e tecnologia (C&T). Apesar de não ser uma prática recente, a DC tem ganhado

cada vez mais força e destaque, principalmente em momentos de infodemia, como esta que assola a sociedade nos dias atuais. Com o excesso de informações (rigorosas ou não) que circulam de forma dinâmica e em uma velocidade expressiva nas mídias sociais e veículos de comunicação, pode-se apontar que as práticas de DC têm alterado a forma com que a sociedade acessa informações sobre C&T e inovação.

Alguns fatores influenciam cada vez mais o aumento das práticas de DC, sendo eles: a acentuada valorização do conhecimento científico; o desenvolvimento de novas ferramentas culturais, que permitem o acesso à informação e à novas formas de comunicação; a demanda por informações científicas e tecnológicas gerada pela sociedade; além da necessidade da comunidade científica em se aproximar do cotidiano das pessoas (LIMA; GIORDAN, 2017).

Por meio de práticas comunicativas, a DC contribui para que a sociedade se aproprie da cultura científica e, numa perspectiva mais ampla, corrobora com a promoção da cidadania e de práticas mais democráticas de produção, acesso e consumo do conhecimento científico (LIMA; GIORDAN, 2017, p. 84)

Gascoigne e Schiele (2020) discutem as principais tendências em relação a maneiras e veículos para se fazer DC no processo de desenvolvimento gradual em 39 países. Os autores consideram como alguns dos principais indicadores de áreas de atuação da DC: a criação dos primeiros centros de ciências interativos, semanas nacionais e festivais de ciência, associações de escritores científicos, premiações para divulgadores da ciência, entre outros. Destacam ainda a formação de pós-graduandos especializados em DC, seja de mestrado ou de doutorado, como um processo institucionalizado que ainda é recente e está em andamento.

Nesse contexto, Massarani e Moreira (2020) apontam três principais desafios no que diz respeito ao desenvolvimento de DC no Brasil. O primeiro desafio está voltado para o alcance de todos os setores da sociedade brasileira, inclusive os socialmente excluídos. Os autores ressaltam as importantes contribuições de se promover DC em redes de forma a reduzir o problema de desigualdade regional e social, incentivando uma interação mais próxima com o sistema de educação formal. Também discutem sobre o uso de redes sociais de forma mais intensa e qualificada e apontam para a necessidade de se expandir a comunicação nos canais públicos e nas instituições de pesquisa.

O segundo desafio associado ao desenvolvimento da DC está voltado para a necessidade e a escassez de políticas públicas estimuladoras e investimentos na expansão e continuidade de meios e recursos para a realização de DC. Por fim, o terceiro desafio está relacionado à necessidade de melhoria da DC, isto é, aumentar e melhorar o treinamento de jornalistas científicos, divulgadores científicos e dos próprios cientistas, inclusive com destaque ao incentivo a alunos de graduação para participarem de ações que envolvam a C&T.

Nessa perspectiva, ressaltamos a importância de iniciativas que envolvam a participação de alunos da graduação em ações envolvendo a DC, principalmente no que diz respeito à divulgação da C&T e inovação produzida dentro da própria universidade a qual os estudantes pertencem. Além disso, reforçamos a problemática de que muitas vezes nem mesmo os próprios alunos da graduação têm o conhecimento sobre as pesquisas científicas que são produzidas no âmbito da sua instituição.

No âmbito da interface entre pesquisa científica, DC e ensino, a utilização de Casos Investigativos (CI) tem sido apontada com bastante potencial no ensino de Química. Por meio de narrativas bem estruturadas, os CI estimulam os alunos a tomarem decisões, teoricamente fundamentadas sobre questões sociais, científicas e ambientais relevantes (SÁ; QUEIROZ, 2009).

Em uma pesquisa recente realizada por Selbach e colaboradores (2021), constatou-se, no contexto do ensino superior de Química, que os CI apresentam muitas potencialidades principalmente por meio das vivências formativas dinâmicas e investigativas e na constante busca pela construção do conhecimento de forma crítica, reflexiva e autônoma.

Yadav e colaboradores (2007) realizaram uma pesquisa com docentes da área de Ciências em 23 estados dos EUA e Canadá e apontaram possíveis obstáculos e dificuldades em relação ao uso de CI em salas de aula. O principal desafio relatado pelo corpo docente envolve a avaliação da aprendizagem e do trabalho dos alunos, uma vez que essa depende de alguns fatores como produtividade dos grupos e individual, preparação dos grupos, entre outros. O corpo docente relatou também a dificuldade da falta de tempo de preparação para a utilização dos CI em aulas, frente a quantidade de conteúdos que precisam ser abordados. A grande maioria também relatou uma certa resistência por parte dos alunos, como uma resistência a tentarem

coisas novas. Por fim, uma dificuldade relatada pelos professores foi a dificuldade de encontrarem CI relevantes para utilizarem em aula com seus alunos.

No entanto, a pesquisa também revelou que os professores entendem que o uso de CI propiciam um melhor desenvolvimento do pensamento crítico (89,1%), desenvolve a capacidade dos alunos em integrar diferentes áreas de conhecimentos (82,6%), além de permitir o aprofundamento do conhecimento em conceitos científicos (90,1%) e melhorar a capacidade de entender um problema em múltiplas perspectivas (91,3%). A pesquisa também revelou que o uso dos CI durante as atividades em sala de aula aumenta o engajamento dos estudantes (93,8%).

Como discutido por Moita e Andrade (2009), um ensino integrado à pesquisa e à extensão se torna muito mais rico em potencialidades, tanto para os professores, que se mantêm atualizados e conectados às transformações provocadas pelo conhecimento científico quanto para os alunos, que se deparam com uma formação mais crítica e mais comprometida com a sociedade. Por outro lado, diversas pesquisas têm apontado para o uso de metodologias chamadas ativas como uma alternativa ao ensino tradicional, caracterizado por técnicas de repetição e memorização, em que o professor desempenha o papel de detentor do conhecimento e os alunos são vistos como passivos no processo de aprendizagem.

Como reflexo, isso gera inúmeras dificuldades de aprendizado e sensação de desconforto e receio por parte dos alunos com relação a disciplina de Química, por considerarem os conceitos “complexos” ou “inteligíveis” (NEVES, 2010; ROCHA; VASCONCELOS, 2016). No ensino superior, o cenário não é diferente. Um dos grandes desafios dos professores é atrair e manter a atenção dos estudantes frente ao volume de informações abstratas (SOUZA; SANTOS, 2021).

Nesse sentido, Lima (2012) aponta que para alcançar um ensino de Química mais efetivo se faz necessário o tornar problematizador, desafiador e estimulante.

É preciso que o conhecimento químico seja apresentado ao aluno de uma forma que o possibilite interagir ativa e profundamente com o seu ambiente, entendendo que este faz parte de um mundo do qual ele também é ator e corresponsável (LIMA; 2012, p. 98).

Diante disso, podemos dizer que o uso de CI se constitui como uma estratégia didática¹ denominada ativa, isto é, uma alternativa ao modelo de ensino tradicional,

¹ Alguns autores referem-se como metodologia ou método de ensino. A definição do Caso Investigativo como uma estratégia didática adotada neste texto tem como fundamentação teórica a proposta de Alves e Bego (2020, p. 89) que definem estratégia didática como um “conjunto de ações intencionadas

tornando o aluno protagonista de sua própria aprendizagem. No ensino superior de Química, em particular, algumas pesquisas têm apontado para o uso de CI como uma estratégia potencial para o desenvolvimento de habilidades que são fundamentais para o profissional da área, por exemplo, a promoção de argumentação colaborativa (SOUZA; QUEIROZ, 2013), pensamento crítico (CABRAL; SOUZA; QUEIROZ, 2017), levantamento de hipóteses, justificação de pontos de vistas, apresentação de prós e contras sobre determinados assuntos, além do potencial para aprendizagem de conhecimentos científicos e sociocientíficos (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2013). De acordo com Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2013, p. 528), “ações estas de fundamental importância para o exercício da cidadania e que costumam estar pouco presentes nos ambientes de ensino de Química”.

Vale mencionar que, ao longo do tempo, a literatura especializada tem buscado nortear aspectos importantes da elaboração dos CI, para que seu uso em sala de aula possibilite o desenvolvimento das habilidades mencionadas anteriormente. Na literatura nacional, destaca-se o Grupo de Pesquisa em Ensino de Química de São Carlos (GPEQSC), que vem produzindo CI sobre diversos assuntos da Química.

É importante observar que os CI elaborados pelo grupo apresentam diferentes fontes de inspiração, dentre elas, pesquisas que são amplamente veiculadas em grandes mídias ou revistas de DC de amplo acesso. Dessa forma, a partir de produções científicas relevantes, que apresentam um grande destaque na mídia, os CI são elaborados de forma com que esses assuntos possam ser debatidos e investigados por alunos de graduação em Química.

Como argumentado anteriormente, as práticas de DC e o uso de CI constituem importantes iniciativas para a aproximação do conhecimento produzido nas universidades com a sociedade e com os próprios alunos da graduação, respectivamente. No entanto, essas ações isoladas não necessariamente visam a integração entre ensino, pesquisa e extensão.

Nesse sentido, Mazzili e Maciel (2010), a partir de dados estatísticos do Censo, apontam para a grande dificuldade na consolidação do princípio da indissociabilidade no Brasil. As fontes revelaram que somente 8,1% das Instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras são universidades, isto é, somente a elas o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão é obrigatório por lei. Além disso,

e planejadas do professor para a consecução dos objetivos de aprendizagem propostos, ou seja, trata-se do elemento do planejamento responsável pela consecução dos objetivos”.

os 8,1% ainda contam com instituições privadas que não realizam pesquisa e extensão.

Os autores atribuem a esses dados alguns fatores como a valorização de uma formação mais técnica e menos custosa para que o aluno seja inserido no mercado de trabalho o quanto antes. Nesse sentido, tanto a pesquisa como a extensão demandam custo e tempo na formação, bem como necessitam de professores com doutorado que trabalham em tempo integral, além de programas de pós-graduação bem consolidados (MAZZILI; MACIEL, 2010). Esses fatores voltados à mercantilização da educação acabam influenciando leis e decretos que flexibilizam a observância do princípio.

Outro aspecto importante que acaba agravando a problemática é discutido por Moita e Andrade (2009), que apontam que muitas vezes as universidades acabam apenas atuando em relações duais entre os três elementos do tripé ensino, pesquisa e extensão. Os autores ressaltam que essas relações podem ser reducionistas, por exemplo, ao se considerar a articulação unicamente entre ensino e pesquisa, ainda que se desenvolvam alguns aspectos importantes, como a tecnologia, perde-se no quesito compreensão ético-político-social quando não se pensa na sociedade como destinatária final desse saber científico e avanço tecnológico.

Por outro lado, a relação dual entre ensino e a extensão também pode ser pobre em potencialidade, pois ainda que se tenha uma formação preocupada com os problemas da sociedade contemporânea, evidencia-se a necessidade da pesquisa, responsável pela produção, qualificação e avanço tanto do conhecimento científico quanto de processos sociais.

Sleutjes (1999), em seu trabalho, já enfatizava a urgência do desenvolvimento de projetos que proponham uma interface entre as três dimensões, não pela universidade como um todo, mas pelos grupos de trabalho que nela estão inseridos. Para isso, o suporte dos dirigentes torna-se essencial, bem como o fornecimento de recursos e condições necessárias para o fomento dessas atividades.

Santos (2012) evidencia a importância do envolvimento de atores sociais, sejam docentes, discentes ou a comunidade externa na busca pela integração entre os três pilares da universidade. O autor argumenta que torna-se necessária uma reestruturação dos projetos pedagógicos dos cursos de ensino superior, de forma a estimular a atitude reflexiva e problematizadora dos estudantes. Além disso, a

integração efetiva entre ensino, pesquisa e extensão demanda o rompimento com a cultura dissociativa existente nas instituições.

Por um lado, notamos que o princípio da indissociabilidade é considerado fundamental para um projeto de sociedade mais democrática e igualitária, por outro, notamos a lacuna de iniciativas sistematizadas que visam integrar ensino, pesquisa e extensão e investigação sobre estas ações. Lacuna esta que decorre da dificuldade apontada anteriormente em consolidar iniciativas ancoradas no princípio, que possam produzir avanços nos três pilares em conjunto e não isoladamente, de forma dissociativa, como geralmente é feito.

De forma geral, podemos sintetizar os problemas apresentados até aqui, que constituem as principais motivações da presente pesquisa: I) a falta de iniciativas universitárias que tenham como princípio norteador a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, ou seja, a cultura dissociativa e de relações duais presentes nas universidades; II) a relação enfraquecida entre universidade e sociedade, no que diz respeito à pouca ou quase nenhuma divulgação de pesquisas relevantes de dentro das universidades; III) a urgência de se inovar no ensino de Química da graduação, tendo em vista o cenário atual de um ensino desligado às realidades locais e desconectado às pesquisas produzidas pela própria instituição.

Tendo em vista essas principais motivações, a inovação² da presente pesquisa se fundamentou no planejamento e implementação de um *design*, que envolveu atividades norteadas pelo princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, a partir de inter-relações entre uma pesquisa científica realizada no Instituto de Química da UNESP em Araraquara (IQCAr), DC e CI.

Neste capítulo, delimitamos os problemas e motivações que nos inspiraram para o desenvolvimento do *design* e das investigações propostas pela presente pesquisa. Dessa forma, organizamos a dissertação no seguinte formato: nos Capítulos 2 e 3, apresentamos o quadro teórico que embasou o desenvolvimento da pesquisa, bem como a proposta de solução, que se materializou em um projeto de *design*. No Capítulo 4, apresentamos os fundamentos metodológicos de uma pesquisa baseada em *design*, o contexto da pesquisa e a equipe envolvida. Além

² Embora o termo inovação seja polissêmico e mormente atrelado às tecnologias, a RIPEQ tem adotado a definição de inovação educacional enquanto processo que produz necessariamente melhorias nas práticas habituais em direção a novos objetivos legitimados em determinado campo. Processo colaborativo, explícito e declarado que ocorre por meio da implementação de algo que seja novo para um contexto específico e que deve ser significativo para os indivíduos envolvidos (ALMEIDA, 2022).

disso, relatamos as atividades propostas pelo *design* e implementadas no contexto, as fontes de informação e instrumentos de coleta de dados utilizados. Posteriormente, no Capítulo 5 e 6, apresentamos as análises realizadas tanto do processo quanto do produto final obtido pelo *design* e discutimos os resultados encontrados, buscando possíveis sugestões de aperfeiçoamento do *design*. Por fim, no Capítulo 7, apresentamos as considerações finais e as perspectivas futuras da pesquisa.

CAPÍTULO 2: DEFINIÇÃO E APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo, nos dedicamos à caracterização dos pressupostos teóricos que sustentaram o desenvolvimento da pesquisa, bem como serviram de fundamentação para a análise dos dados. Nas próximas subseções, discutimos os conceitos, objetivos e diretrizes que embasam o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (2.1). Apresentamos, também, os princípios da DC e discutimos suas possíveis aproximações com a extensão universitária (2.2). Posteriormente, indicamos o referencial teórico da estratégia didática do uso de CI, seus fundamentos pedagógicos e potencialidades didáticas para a implementação em sala de aula (2.3).

2.1 O princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão nas universidades brasileiras

No Brasil, o ensino superior teve início em 1808 com a chegada da corte portuguesa. Inicialmente, os estudos eram destinados exclusivamente ao clero, com finalidade de disseminar a cultura da corte na colônia (DALCIN; AUGUSTI, 2016). A criação da primeira universidade ocorreu no Rio de Janeiro, aproximadamente um século depois, em 1920, após uma série de tentativas falhas durante o período colonial. Isso indica a rígida política de controle por parte da corte a toda e qualquer iniciativa que pudesse viabilizar a independência cultural e política da colônia (FÁVERO, 2010).

As universidades, de forma geral, surgiram na expectativa de atender as demandas políticas, sociais, culturais e econômicas das classes privilegiadas. Inicialmente, eram focadas apenas no ensino para a formação da elite. Nesse sentido, a função das universidades era unicamente a transmissão dos saberes e a formação do profissional (FÁVERO, 2010).

No âmbito das discussões mais amplas sobre as universidades no mundo, apesar das diversas transformações pelas quais essas instituições vivenciaram ao longo dos anos, Puhl (2016, p. 226) destaca que “há um eixo, um núcleo central, que dá identidade a todas as universidades e que persiste ao longo do tempo: elas são um lugar de conhecimento”. Contudo, um fato importante é que a universidade não é, ou não deveria ser, isolada das demais esferas sociais, pois está inserida em um contexto social, cultural, político, econômico, ambiental, dentre outros. Todos esses aspectos influenciam e são influenciados pelas universidades (PUHL, 2016).

Tauchen e Fávero (2011) discutem que, apesar de não haver um consenso em relação às funções da universidade e as atividades necessárias para viabilizar seu propósito, há uma convergência quando se pensa na universidade como campo de produção de conhecimento e, para tanto, destacam-se as atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Por muito tempo, o ensino constituiu-se como “atividade encarregada de proporcionar o conhecimento profissional e cultural socialmente válido, preservando a hegemonia institucional” (TAUCHEN; FÁVERO, 2011, p. 405). Com o decorrer do tempo e o desenrolar das transformações sociais, políticas e culturais da sociedade, surge a necessidade de investigações de novos conhecimentos científicos e tecnológicos, tornando a pesquisa uma prática universitária fundamental.

Há indícios de que a pesquisa científica foi introduzida como uma função da universidade no século XIX, na Alemanha, gerando um novo paradigma de universidade. Esse grande marco da ciência moderna pode ser compreendido como a primeira experiência de integração entre ensino e pesquisa (MAZZILLI, 2011).

Em relação à importância da interface entre ensino e pesquisa, Dalcin e Augusti (2016) argumentam que a universidade desenvolve funções basilares no que diz respeito à evolução da ciência, dos aspectos tecnológicos, políticos e culturais da sociedade. De acordo com as autoras:

(...) A partir da compreensão do acúmulo cultural de conhecimentos, a universidade desenvolve **por meio da pesquisa as interrogações em torno da produção de novas ideias. À transmissão desses saberes acumulados na Universidade, dá-se o nome de ensino.** O mesmo se desenvolve em um ambiente com os instrumentos e, sobretudo, os fins adequados a essa proposta. **O ensino sem a pesquisa é estéril.** É apenas um ensino livresco, rotineiro e sem vitalidade, onde se repetem de forma monótona o que outros autores fizeram ou escreveram (DALCIN; AUGUSTI, 2016, p. 41, grifos nossos).

Ainda que se tenha uma ampliação da relação universidade e sociedade, as dimensões ensino e pesquisa acabam não promovendo uma integração efetiva entre as duas esferas. Como uma forma de estabelecer um compromisso social e desempenhar essa função, surgem as atividades de extensão, a última dimensão a ser incorporada pelas universidades.

No entanto, por muito tempo essas três dimensões da universidade percorreram caminhos independentes ou inter-relacionadas apenas de forma dual. No caso brasileiro, foi somente em 1988, por meio do art. 207 da Constituição Federal

(BRASIL, 1988), que ficou determinado que as universidades deveriam obedecer ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Para Puhl (2016), o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão viabiliza novas formas pedagógicas de produção, reprodução e socialização de conhecimentos, por meio da interdisciplinaridade. Além disso, o autor discute que o princípio vislumbra a superação da dicotomia entre teoria e prática e relaciona-se com as intencionalidades da existência da universidade. Desse modo, a dissociação dessas três dimensões rompe com os objetivos e o sentido de ser da universidade (PUHL, 2016).

A organicidade do tripé universitário constitui um movimento da formação superior constituindo uma síntese dos três movimentos acadêmicos que caracterizam a educação acadêmica universitária. São os processos do ensino, que constitui o ato de apresentar às novas gerações os conhecimentos historicamente elaborados pela humanidade, cabendo ao estudante a sua apropriação e aprendizagem; as dinâmicas da construção de novos conhecimentos, que requerem a realização da pesquisa seja esta empírica ou teórica; e a extensão que configura-se na relação com e na sociedade na qual a universidade está inserida, que possibilita a retro-alimentação do ensino e pesquisa. São os movimentos de mútua influência e contribuição: o ensino que baliza a pesquisa e extensão; e estas que desafiam e provocam a re-significação e re-elaboração e a construção de novos conhecimentos, os quais por sua vez provocam novas pesquisas e extensões universitárias (PUHL, 2016, p. 231).

A pesquisa, de acordo com Sleutjes (1999), pode ser compreendida como um produto natural do amadurecimento do ensino. O relacionamento da universidade, e do que é produzido dentro dela, com a sociedade é feito por meio da extensão. De acordo com a autora:

Estas três atividades na verdade fazem parte da dialética que caracteriza uma universidade viva e é por isso que a discussão em torno desta indissociabilidade não se esgota e faz com que muitos educadores trabalhem arduamente na sustentação deste tripé ou na sustentação da ideia deste tripé (SLEUTJES, 1999, p. 101).

Acerca da articulação entre ensino, pesquisa e extensão, Santos (2012, p. 157) ainda argumenta que:

Uma vez que o ensino (universitário) se destina à formação de profissionais de nível superior, centrando-se basicamente na transmissão do saber científico, e a pesquisa (científica) está diretamente voltada à produção de novos conhecimentos científicos e ampliação da esfera do saber humano, pode-se concluir que à extensão cabe a articulação da universidade com a sociedade, de tal modo que aquilo que ela produz em termos de novos conhecimentos e difunde através do ensino não fique restrito apenas ao espaço acadêmico (SANTOS, 2012, p. 157).

É possível observar que a articulação entre as três dimensões está longe de ser uma tarefa fácil. Sleutjes (1999) denuncia que, na década de 1990, a articulação entre ensino, pesquisa e extensão não era muito enfatizada pelas atividades universitárias, pelo contrário, a discussão sobre a indissociabilidade havia sido marginalizada pelas instituições. Para a autora:

É difícil buscar a articulação entre o valor do ensino, a dosagem entre a pesquisa pura e a aplicada, os compromissos necessários à livre investigação e seu planejamento - por mínimo que seja - e a adoção de meios ou de uma sistemática mais eficiente para que o conhecimento gerado possa ser aquele que interessa à nossa sociedade. Mas este deveria ser o grande desafio das universidades, para que pudessem preservar sua essência (SLEUTJES, 1999, p. 102).

Um aspecto importante que vale a pena ser mencionado é que o princípio da indissociabilidade pode apresentar diferentes interpretações e, ainda, ressignificações ao longo do tempo. Na busca de compreender a produção dos discursos que permeiam este campo, Cunha (2012) aponta que o discurso primário do princípio, isto é, o ponto de partida conceitual se inicia com Humboldt no processo de reconstrução da universidade Alemã. Como já mencionado, esse foi um marco para o estabelecimento das novas bases das universidades na época: o ensino e a pesquisa tidos como indissociáveis.

A partir de sua apropriação e universalização, esse discurso primário fundante deu origem, histórica e culturalmente, aos chamados discursos secundários, isto é, à recontextualizações que implicaram na definição de novos significados interpretativos (CUNHA, 2012). Além desse marco, a autora discute que a recontextualização da indissociabilidade, no Brasil, sofreu fortes influências da Reforma da Universidade de Córdoba, na Argentina em 1918, da Reforma Universitária de 1968 e do Movimento Constituinte de 1988, cuja observância do princípio passa a se tornar obrigatório por Lei.

Cunha (2012) identificou, a partir de um levantamento empírico e na literatura especializada, diferentes concepções sobre ensino, pesquisa e extensão e como esse princípio da indissociabilidade assume a expressão de qualidade da educação superior. As diferentes representações foram organizadas em quatro eixos: I) visão epistemológica e as capacidades acadêmicas; II) visão institucional e distribuição de conhecimento; III) visão metodológica nas formas de produção do conhecimento; IV) visão política e de impacto social.

O primeiro eixo, denominado visão epistemológica e as capacidades acadêmicas, diz respeito a um modo de pensar e de proceder frente ao conhecimento, que, por sua vez, é considerado provisório e sempre em movimento. Em função disso, há uma valorização da pesquisa, que é tida como imprescindível, pois auxilia alunos e professores universitários a pensarem, e assim perceberem, que a ciência não é pronta e acabada, mas sim em constante reformulação (CUNHA, 2012).

Nesse eixo, o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão é compreendido como uma condição básica do ensino superior, pois abre caminhos para o questionamento de verdades consagradas e incentiva as capacidades de observação da realidade empírica. Além disso, a indissociabilidade “estaria centrada numa atitude epistêmica que acompanharia todas as ações acadêmicas, incluindo sua forma de gestão e distribuição do conhecimento” (CUNHA, 2012, p. 33).

O segundo eixo, chamado de visão institucional e de distribuição de conhecimento, centraliza o princípio da indissociabilidade à própria instituição. De acordo com a autora, esta é a compreensão mais usual e tradicional sobre a indissociabilidade e “significa que não se responsabilizam todos os professores e estudantes pelo exercício das três tarefas, mas crê-se que todos devem se beneficiar dos produtos de cada uma, com acesso público e universal” (CUNHA, 2012, p. 33).

Essa visão implica que é um dever da universidade, enquanto pública e universal, cumprir com o dispositivo legal da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Por um lado, nota-se um avanço, em relação ao primeiro eixo, na ideia de democratização da apropriação e acesso aos conhecimentos. Por outro lado, pode provocar questionamentos quanto ao próprio significado da indissociabilidade e sua posição frente à produção de conhecimentos e às formas de aprender na universidade (CUNHA, 2012).

O terceiro eixo, intitulado visão metodológica nas formas de produção de conhecimento, há ênfase na concepção de aprendizagem como processo de construção de conhecimento. Para isso, admite-se a pesquisa como princípio metodológico orientador do processo de produção de conhecimento (CUNHA, 2012).

Assim como o primeiro eixo, essa visão apresenta uma perspectiva epistemológica para orientar as regras distributivas do conhecimento. No entanto, conforme discutido por Cunha (2012), uma crítica a essa concepção é de que, no ambiente universitário, as práticas científicas ainda são limitadas ao ensino superior.

Assim, há uma supervalorização da pós-graduação como lugar exclusivo de pesquisa dentro das universidades.

Por fim, o quarto eixo, denominado visão política e de impacto social, admite a indissociabilidade como uma premissa para o combate a desigualdade social e como princípio orientador na busca de uma sociedade mais justa e igualitária. Nessa perspectiva, para a organização e distribuição do conhecimento acadêmico, a extensão universitária é a ação central e norteadora, pois assume a função de distribuição de bens culturais, expressando o papel da universidade na construção de uma sociedade mais justa e igualitária (CUNHA, 2012). No entanto, esta pode ser considerada “uma visão utópica, longe de ser sequer circulante nos corredores e discussões acadêmicas” (CUNHA, 2012, p. 35).

De acordo com a autora, as diferentes concepções são indicadores das diferentes posições teóricas e políticas sobre a sociedade e seu projeto educativo. Pode-se pensar, portanto, que as ressignificações e a produção dos discursos secundários sobre o princípio da indissociabilidade sofrem influências diretas dos interesses, compromissos e tensões sociais para/com as universidades. Esses fatores podem implicar em diferentes interpretações acerca das inter-relações entre ensino, pesquisa e extensão e, conseqüentemente, no princípio orientador das práticas e ações universitárias.

Ainda no que diz respeito aos múltiplos significados do princípio da indissociabilidade e de suas práticas sociais, Ferreira e Loguercio (2017) propuseram a descrição de diferentes enunciados identificados em projetos pedagógicos de cursos de Física a distância. Utilizando a técnica de análise do discurso desses documentos, os autores identificaram diferentes formações discursivas quanto à articulação entre ensino, pesquisa e extensão e suas práticas sociais, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Análise da cena enunciativa e da prática social referente às diferentes formações discursivas sobre ensino, pesquisa e extensão.

Formação Discursiva	Cena Enunciativa	Prática Social
Funcionalista	A concepção funcional da articulação ensino, pesquisa e extensão.	Reduzir e subordinar a associação entre ensino, pesquisa e extensão à finalidade de promoção de conhecimento e de intervenção social e não como princípio sustentador da autonomia e da qualidade do exercício das funções universitárias de produção e de socialização do conhecimento.

Humanista	A compreensão da articulação ensino, pesquisa e extensão como um elo entre a universidade, o docente em formação e a sociedade, em viés assistencialista.	Conceber a extensão universitária como uma prestação de serviços em caráter assistencialista e não como um dos elementos da função universitária, articulado à produção e à disseminação do saber.
Legalista	O entendimento da indissociabilidade ensino, pesquisa e extensão como princípio legal de observância obrigatória.	Valorar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão exclusivamente em função do dispositivo legal que a institui como princípio universitário, em detrimento ao seu potencial sustentador da autonomia e garantidor da qualidade do exercício das funções universitárias típicas: a produção e a socialização do conhecimento.
Tecnicista	A percepção da articulação ensino, pesquisa e extensão como competência técnica, distinguível e acessória à relação entre a produção do conhecimento científico e o seu ensino.	Visar à articulação das atividades de ensino, pesquisa e extensão como uma competência a ser adquirida e, portanto, um construto de alcance teórico e não um princípio orientador da função universitária em seu conjunto, exercendo-a com desconexão entre a produção e a disseminação do conhecimento científico.
Pedagógica	A visão da articulação ensino, pesquisa e extensão como requisito da construção de conhecimentos.	Articular ensino, pesquisa e extensão como um processo pedagógico de qualificação do ensino e da aprendizagem, limitando a extrapolação dessa articulação às finalidades acadêmicas garantidoras da autonomia e do exercício das funções universitárias.
Política	A estratégia da articulação ensino, pesquisa e extensão como recurso político e potencial instrumento de intervenção social.	Transladar a articulação ensino, pesquisa e extensão da função universitária à garantia de conexão do docente em formação com a sociedade e à provisão de contrapartidas (serviços) que compensem o seu "custo" público.

Fonte: Ferreira e Loguercio (2017, p. 22).

Com base nas análises, os autores discutem que as diversas concepções encontradas acerca da articulação entre ensino, pesquisa e extensão apontam para uma multiplicidade de discursos e, ainda, formações discursivas inter cruzadas. A partir das análises, os autores inferem que, nesse contexto, a concepção de articulação entre ensino, pesquisa e extensão podem ser consideradas fragilizadas. Isto porque apresentam visões e, conseqüentemente, implicam práticas sociais reducionistas que acabam se desconectando da visão de princípio de função universitária, tais como atividades meramente complementares destinadas à integralização de créditos obrigatórios; atividades voltadas à aquisição de competências dos estudantes ou aos processos de ensino-aprendizagem; ou ainda atividades reduzidas à prestação de serviços sociais (FERREIRA; LOGUÉRCIO,

2017). Além disso, os autores apontam que alguns projetos pedagógicos sequer mencionam o princípio da indissociabilidade.

Apesar de apresentarem objetivos de investigação diferentes, os trabalhos de Cunha (2012) e Ferreira e Loguércio (2017) mostram que as diferentes concepções sobre a articulação entre ensino, pesquisa e extensão manifestam, consequentemente, diferentes práticas sociais e impactos tanto nos atores envolvidos quanto na sociedade, a qual a universidade está inserida.

Esses impactos podem ser mobilizados por diferentes fatores, por exemplo, a própria lei, estabelecida por meio da Constituição Federal em 1988, como é o caso da formação discursiva “legalista”, de Ferreira e Loguércio (2017) e a “visão institucional e distribuição de conhecimento”, de Cunha (2012). É possível pressupor que essas práticas acabam se tornando reducionistas ou até mesmo meramente burocráticas, pois entende-se que a motivação se limita, exclusivamente, à observância da lei.

Aspectos políticos, econômicos e sociais também podem implicar outras ressignificações para a articulação entre ensino, pesquisa e extensão, como é o caso da formação discursiva “política” e “humanista” de Ferreira e Loguércio (2017) e a “visão política e de impacto social” de Cunha (2012). Nota-se que, neste segundo grupo, a motivação está na retribuição de conhecimentos da universidade para a sociedade, seja com o objetivo de causar um impacto social, reduzindo a desigualdade social, de aproximar os estudantes em formação com a sociedade ou até mesmo para justificar o investimento público nas universidades.

Como argumentado pelos autores, nessa compreensão, a universidade é tida como a grande detentora do conhecimento, responsável por transmitir as informações para a sociedade, demonstrando uma relação de poder da universidade em relação à sociedade, sem que haja um diálogo e a troca de saberes efetiva. Assim, a indissociabilidade pode deixar de ser um princípio orientador que deve fundamentar as atividades acadêmicas, tanto de produção quanto disseminação do conhecimento, no sentido de alcançar um projeto de universidade de qualidade, autônoma e democrática.

O outro extremo também pode existir, as ações que integram ensino, pesquisa e extensão são motivadas pela própria formação dos universitários, por meio do desenvolvimento de habilidades e a melhoria de capacidades necessárias para a produção de conhecimento, como é o caso das formações discursivas “pedagógica”, “tecnicista” de Ferreira e Loguércio (2017) e as visões “metodológica nas formas de

produção do conhecimento” e “visão epistemológica e as capacidades acadêmicas” de Cunha (2012). Nessas perspectivas, é possível compreender que a única (ou principal) função da universidade é a produção e a posterior transmissão de conhecimentos para a formação de futuros profissionais.

Com base no exposto pela literatura especializada, foi possível realizar algumas reflexões sobre a articulação entre ensino, pesquisa e extensão. Notamos que o desenvolvimento de práticas integradoras ainda é um grande desafio pelas universidades brasileiras.

Além disso, foi possível perceber que a compreensão do princípio ainda não é um consenso, isto é, o entendimento de como deve ser a articulação entre ensino, pesquisa e extensão podem ter diferentes interpretações e significados, como apresentado por Cunha (2012) e Ferreira e Loguércio (2017). Observa-se ainda que as práticas sociais promovidas pelas universidades estão intimamente relacionadas com a visão de mundo e a realidade a qual as instituições estão inseridas e, ainda, fortemente articulada com o que se entende como função da universidade.

Esse fato evidencia a importância, cada vez mais, de investigações sistemáticas acerca das práticas que buscam integrar ensino, pesquisa e extensão. É possível notar a grande complexidade envolvida na articulação entre os três pilares da universidade, principalmente quando concebemos a indissociabilidade muito além de atividades meramente burocráticas, reduzidas ao assistencialismo ou ao desenvolvimento de competências e habilidades.

Ao contrário do ensino e da pesquisa, historicamente consolidados, a extensão foi o último pilar a ser incorporado pelas universidades. Inclusive, nos documentos mais atuais que norteiam as ações e diretrizes extensionistas, a concepção de extensão está totalmente vinculada ao princípio da indissociabilidade e, consequentemente, às práticas de ensino e pesquisa dentro da universidade. Nesse sentido, acreditamos que uma breve discussão dos marcos legais da extensão possam contribuir para um entendimento mais atual do princípio e de como as práticas universitárias de ensino, pesquisa e extensão podem, e devem, se inter-relacionar.

A extensão ainda é, muitas vezes, entendida como uma atividade meramente burocrática, como já denunciava Sleutjes (1999). Nesse sentido, a autora discute que as práticas extensionistas acabavam funcionando como atividades extracurriculares para os estudantes ou “como uma pequena amostra que visa atender aos interesses

populacionais circunvizinhos, mesmo que estes nada tenham a ver com o que se desenvolve de fato na instituição” (SLEUTJES, 1999, p. 102).

Ao longo do tempo, os conceitos e objetivos da extensão foram se alterando substancialmente. O início se deu quando as universidades inglesas - Cambridge, em 1873 e Oxford, em 1885 - ofereceram cursos abertos à sociedade (cursos de verão, conferências populares e cursos de formação continuada). Essas ações caracterizaram a primeira geração da extensão universitária (UNESP, 2018).

Alguns autores apontam que, na América Latina, as práticas extensionistas surgiram à medida que as universidades passaram a ter como função atender às demandas da sociedade e não mais exclusivamente a formação da elite (DE PAULA, 2013). A segunda geração teve origem nos Estados Unidos - 1891 na Universidade da Pensilvânia e 1910 em Harvard - como uma forma de prestação de serviços em áreas socialmente vulneráveis, principalmente em programas de extensão rural (Universidade de Chicago em 1894) (UNESP, 2018). A terceira geração surge a partir de uma nova relação estabelecida entre universidade-empresa, com foco na extensão tecnológica e prestação de serviços técnicos especializados, tipicamente assistencialista (UNESP, 2018).

Posteriormente, a concepção de extensão enquanto assistencialismo foi sendo questionada. O compromisso social e político das universidades passa a ser a principal base de pensamento da quarta, e mais atual geração de concepção extensionista, em conjunto com as dimensões de autonomia, democracia, pesquisa, ensino e extensão universitária (UNESP, 2018).

É evidente que os conceitos e objetivos da extensão se modificaram ao longo do tempo, desde que foi consolidada como uma das atividades-fim das universidades. De forma geral, observa-se duas tendências principais: a extensão universitária voltada **para** a sociedade e a extensão universitária desenvolvida **com** a sociedade. A Figura 1 apresenta um esquema que retrata as duas perspectivas.

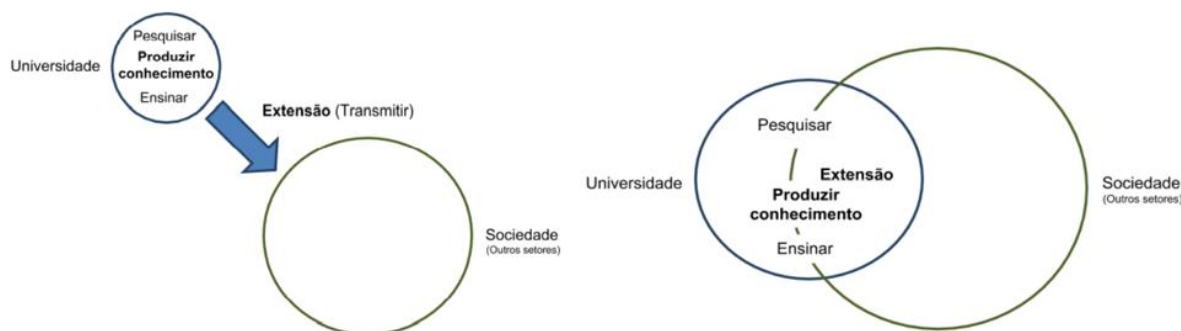


Figura 1. Modelos de concepção de Extensão Universitária para a sociedade e com a sociedade, respectivamente.

Fonte: UNESP, 2018.

Ressalta-se que, apesar das tendências apresentarem algumas divergências quanto aos objetivos e aos meios para atingi-los, os dois modelos se complementam e todas são importantes na interação entre universidade e sociedade (UNESP, 2018).

Como forma de conceituar e delimitar os objetivos e diretrizes da extensão universitária, destaca-se o Plano Nacional de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras (FORPROEX, 2012). De acordo com o documento,

(...) a extensão universitária, sob o princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, é um processo interdisciplinar, educativo, cultural, científico e político que promove a interação transformadora entre Universidade e outros setores da sociedade (FORPROEX, 2012, p. 15).

O documento ainda estabelece diretrizes acerca da orientação e da implementação de ações extensionistas na universidade, sendo elas: I) interação dialógica; II) interdisciplinaridade e interprofissionalidade; III) indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão; IV) impacto na formação do estudante; e V) impacto e transformação social.

Em relação à primeira diretriz, a interface entre a universidade e os demais setores sociais devem ser orientadas pelo diálogo e pela troca de saberes de forma a superar o discurso hegemônico das universidades (FORPROEX, 2012). Ainda nesse sentido, para uma interação dialógica efetiva “é necessária a aplicação de metodologias que estimulem a participação e a democratização do conhecimento, colocando em relevo a contribuição de atores não-universitários em sua produção e difusão” (FORPROEX, 2012, p. 17).

A segunda diretriz diz respeito ao pressuposto de que é a partir da interdisciplinaridade e interprofissionalidade que se torna possível a superação da dicotomia entre a visão holística e especializada das práticas extensionistas. Essas visões acabam sendo reducionistas, uma vez que a visão holística pode se tornar

muito generalista e a visão especializada pode se tornar muito específica e não compreender a complexidade da realidade social (FORPROEX, 2012).

O suposto dessa diretriz é que a combinação de especialização e visão holista pode ser materializada pela interação de modelos, conceitos e metodologias oriundos de várias disciplinas e áreas do conhecimento, assim como pela construção de alianças intersetoriais, interorganizacionais e interprofissionais (FORPROEX, 2012, p. 17).

A terceira diretriz reafirma a extensão como um processo acadêmico. Entende-se que as ações extensionistas são mais efetivas quando vinculadas ao processo de formação (ensino) e de geração de conhecimento (pesquisa). Nesse aspecto, o estudante necessita ser colocado como protagonista de sua formação técnica e cidadã, sendo um participante ativo do processo.

Para que esses atores possam contribuir para a transformação social em direção à justiça, solidariedade e democracia, é preciso que eles tenham clareza dos problemas sociais sobre os quais pretendem atuar, do sentido e dos fins dessa atuação, do 'arsenal' analítico, teórico e conceitual a ser utilizado, das atividades a serem desenvolvidos e, por fim, da metodologia de avaliação dos resultados (ou produtos) da ação e, sempre que possível, de seus impactos sociais (FORPROEX, 2012, p. 18).

No documento, é explicitado que a relação entre extensão e pesquisa pode ser potencial, principalmente associada à incorporação de estudantes de pós-graduação em ações extensionistas. Além disso, defende-se a produção acadêmica a partir das atividades de extensão (teses, dissertações, livros ou capítulos de livro, artigos em periódicos, entre outras.)

A quarta diretriz orienta para uma efetiva formação do estudante, “seja pela ampliação do universo de referência que ensejam, seja pelo contato direto com as grandes questões contemporâneas que possibilitam” (FORPROEX, 2012, p. 19). Dessa forma, a experiência pode ser enriquecida, teórica e metodologicamente, desde que haja um diálogo entre os órgãos destinados ao fomento das ações extensionistas com os colegiados de gestão acadêmica da graduação e da pós-graduação.

Por fim, a última diretriz diz respeito às transformações sociais e aos impactos na sociedade, reafirmando o papel fundamental da extensão de estreitamento das relações entre universidade e demais setores da sociedade. Destaca-se também que a própria universidade deve sofrer impactos, uma vez que faz parte da sociedade, e, portanto, ser igualmente transformada.

Uma breve interpretação das diretrizes mencionadas anteriormente permite concluir que pensar sobre a extensão universitária é pensar sobre o princípio da

indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão e de como essas práticas precisam estar integradas. É dessa forma que se torna possível a transformação efetiva, não só da própria universidade, que passa a desempenhar suas funções com mais autonomia e ser mais democrática, mas também nas suas inter-relações com os demais setores da sociedade.

Assim, as ações integradoras necessitam se desenvolver de forma crítica, reflexiva e responsável, englobando um projeto amplo de universidade. Ademais, entendemos que o princípio da indissociabilidade ampara o discurso de que a função da universidade deve ir além dos fins em si mesma, isto é, a produção do conhecimento e sua posterior transmissão aos alunos vinculados a ela. Isso pressupõe o entendimento de que, por mais que as atividades de ensino, pesquisa e extensão dissociadas, ou em relações duais, tenham o seu valor para a universidade e para a sociedade, podem acabar se tornando simplistas quando se pensa em um projeto mais amplo e democrático de universidade. Nessa perspectiva, a supervalorização de uma dimensão em detrimento de outras pode acabar enfraquecendo o processo de transformação dialógica como um todo, tanto da universidade, da sociedade e das próprias inter-relações.

Partindo dos pressupostos estabelecidos pelas diretrizes da extensão universitária e das discussões anteriores sobre os diferentes entendimentos do princípio, admitimos sua grande complexidade como norteador do fazer acadêmico, ou seja, a base da universidade. Isto é, a base que sustenta e, ao mesmo tempo, se articula à própria razão da existência das universidades e ao papel que assume enquanto instituições públicas de uma sociedade. Assim, o entendimento sobre princípio da indissociabilidade vai além de aspectos burocráticos e legais, instituídos por lei ou até mesmo do caráter de assistencialismo, de “compensar” o seu custo enquanto instituição pública.

Ainda que essas motivações todas sejam válidas, percebemos a importância da indissociabilidade como o caminho que viabiliza um projeto de universidade que seja capaz de interagir dialogicamente com a sociedade, influenciando-a e sendo influenciada por ela e que, ao mesmo tempo, possibilite uma formação ampla e cidadã. Podemos, assim, pensar em gerar impactos diretamente nos processos formativos e pedagógicos de graduandos e pós-graduandos, bem como gerar impactos nas próprias formas de produção de conhecimento.

A partir desse entendimento, o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão norteou o caminho percorrido pela pesquisa, desde o planejamento do *design* e sua implementação no contexto do grupo PET-Química, até as futuras iniciativas que serão geradas a partir desta. Partindo da indissociabilidade como pressuposto das atividades desempenhadas pelos grupos da universidade, a perspectiva foi de desenvolver um projeto que permitisse criar uma interface entre os três pilares da universidade a partir das inter-relações entre uma pesquisa científica, DC e CI.

Tais inter-relações foram melhor exploradas nas próximas subseções, em que apresentamos os aportes teóricos que serviram como princípios de *design* e sustentaram as análises e interpretações tanto dos produtos finais obtidos quanto do processo como um todo.

2.2 A extensão universitária e a Divulgação Científica: possíveis aproximações para o diálogo entre a universidade e a sociedade

Pensando no contexto mais específico, no qual a presente pesquisa se insere, recorreremos a alguns documentos oficiais que discutem e propõem caminhos para a extensão universitária, especificamente na Universidade Estadual Paulista (Unesp).

O Regimento Geral da extensão universitária e cultura da Unesp, por meio da Resolução da Unesp nº 75, de 18 de novembro de 2020 (UNESP, 2020), por exemplo, reflete sobre os propósitos e concepções, bem como o que se espera das práticas extensionistas na universidade. O documento reforça a extensão universitária, articulada ao ensino e a pesquisa de forma indissociável, com um caráter educativo, cultural e científico capaz de transformar a relação entre universidade e sociedade.

Nesse sentido, vale destacar os Artigos 2º e 3º que apresentam o escopo e as atribuições específicas da extensão no documento proposto em 2020.

Artigo 2º - As atividades de Extensão Universitária terão como referência que à Universidade, no que diz respeito às suas atribuições específicas relativas à responsabilidade de promover o desenvolvimento do saber, cabe: produzir, sistematizar, criticar, proteger, integrar, divulgar e difundir o conhecimento.
Artigo 3º - As atividades de Extensão Universitária terão como escopo socializar e compartilhar com a comunidade o conhecimento já sistematizado pelo saber humano e o produzido pela Universidade, bem como contribuir para o desenvolvimento desta (UNESP, 2020).

Em documentos mais atuais, como é o caso da Resolução Unesp, nº 41 de 31 de agosto de 2021, observa-se a proposição de um movimento de reestruturação curricular dos cursos da Unesp, a partir da curricularização da extensão universitária.

A Curricularização da Extensão Universitária é o processo de inserção de atividades de extensão universitária na matriz curricular dos cursos de Graduação, na forma de componente curricular, compreendido como o conjunto de atividades formativas que articulem ensino, pesquisa e extensão, de natureza dialógica, interdisciplinar e interprofissional, que possibilitem a geração e o compartilhamento de conhecimentos científicos e tecnológicos e a imersão real do graduando na sociedade (UNESP, 2021).

Como justificativa para a curricularização da extensão, nota-se a expectativa de uma formação mais humana, crítica e ética dos graduandos, de forma que possam enfrentar questões relevantes, de movimentos sociais e das instituições públicas, visando o desenvolvimento científico, tecnológico, social, cultural e sustentável.

Espera-se que os estudantes possam, a partir de sua base sólida de conhecimentos, elaborar e implementar ações que possam contribuir para a transformação da sociedade e para sua própria transformação. Sendo assim, podemos pensar na curricularização da extensão como um marco para o estreitamento da relação entre universidade e sociedade.

O documento também apresenta as modalidades pelas quais a extensão pode ser creditada, sendo elas na forma de programas, projetos, cursos e oficinas, eventos e prestação de serviços. Com isso, tornam-se claras a validade e a importância das duas modalidades de extensão universitária (Figura 1), sendo, por um lado, concebida de forma mais transmissiva e, por outro, de forma mais dialógica.

Ainda que os Artigos 2º e 3º da Resolução de 2020, mencionados anteriormente, apresentem uma perspectiva mais transmissiva da extensão, isto é, “para” a sociedade (Figura 1), cabe refletir sobre o potencial da extensão quanto à difusão dos saberes produzidos na universidade e, sobretudo, da forma como o compartilhamento desses saberes pode ser transformadora e, ao mesmo tempo, mais dialógica, seguindo uma concepção mais atual de extensão.

A importância do compartilhamento dos conhecimentos produzidos pela universidade se mostrou ainda mais patente durante a pandemia da Covid-19, e como reflexo, emergiram movimentos negacionistas e antivacinas, receitas milagrosas e notícias falsas a respeito da propagação do vírus. Diante dessa grave situação social e de saúde pública, em particular, destacaram-se as atividades relacionadas à DC, em que inúmeros cientistas se propuseram a veicular informações científicas como forma de ampliar a ciência e a fazer entender pela população leiga, utilizando linguagem acessível e de forma contextualizada, em prol da popularização da ciência.

Considerando o contexto pandêmico e o distanciamento social, as práticas de DC cumpriram um papel fundamental no combate à desinformação e no compartilhamento de muitos conhecimentos produzidos por pesquisas científicas. Com isso, pode-se pensar na aproximação entre a DC e as práticas extensionistas, no que diz respeito à viabilização da difusão de informações científicas, sobretudo em uma perspectiva dialógica e transformadora entre universidade e sociedade.

Compreendemos que é responsabilidade da universidade e dos grupos que atuam dentro dela a socialização dos saberes que são produzidos, bem como a integração desses conhecimentos com a realidade e as demandas da sociedade atual. Assim, a DC, como um processo de comunicação científica, em seus diferentes níveis e abrangências, pode ser um caminho potencial para atividades que vislumbram a extensão dos conhecimentos produzidos para a sociedade, compreendendo suas demandas e dialogando com os saberes populares.

Apesar da grande ascensão dos movimentos de DC durante a pandemia, há muito tempo pesquisadores têm buscado compreender os princípios e as características que permeiam a área da comunicação científica. Podemos dizer que a DC tem se destacado no contexto da inclusão científica e tecnológica, fazendo-se presente em atividades nos espaços de educação formal e não-formal, até mesmo no âmbito da comunicação social pelas principais mídias de massa. Abarca atividades relativas à cultura científica e tecnológica com o objetivo de torná-las mais acessíveis à sociedade (LIMA; GIORDAN, 2017).

Ao passo que as investigações sobre a área da comunicação científica se intensificaram no decorrer do tempo, foi possível encontrar na literatura uma vasta gama de terminologias e conceitos para se referir às atividades desenvolvidas por diferentes pessoas e instituições com o intuito de tornar informações científicas acessíveis aos grupos sociais.

De forma mais ampla, o processo de comunicação pode ser entendido como “qualquer atividade ou comportamento que facilita a construção e o compartilhamento de significados entre indivíduos, que são considerados pelos comunicadores como os mais úteis ou apropriados em determinada situação” (CARIBÉ, 2015, p. 90).

Encontramos na literatura alguns importantes modelos teóricos que buscam compreender a comunicação científica de forma mais sistematizada. O modelo proposto por Lievrouw e Carley (1990) compreende a atividade científica em ciclos de três estágios progressivos, como apresentado na Figura 2.

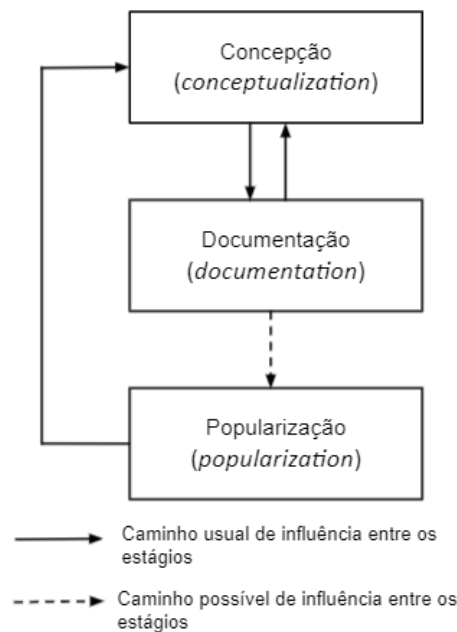


Figura 2. Modelo de comunicação científica.

Fonte: Traduzido de Lievrouw e Carley (1990), p. 459.

O estágio 1, denominado *concepção*, é o momento em que uma grande quantidade de informação (científica ou social) é compartilhada entre pares: interesses, conhecimentos, conceitos e métodos em um único paradigma. O discurso utilizado nesse estágio é comum aos indivíduos e o vocabulário é extenso, especializado e compartilhado por todos com certa homogeneidade social e cultural. A comunicação é feita de maneira direta, informal, interpessoal e de forma intensa, podendo ser em pequenos grupos (*clusters*), conversas de corredor (*hallways chats*) ou reuniões de grupo de trabalho entre pares colaboradores: pesquisador/professor-estudantes, grupos de pesquisa, redes interpessoais com menos de cem integrantes.

No estágio 2, denominado *documentação*, também ocorre o compartilhamento de informação científica, conhecimentos, métodos e discursos. No entanto, nesse estágio, existem múltiplos paradigmas, e os indivíduos envolvidos podem ou não concordar a respeito do mesmo paradigma. Os contatos são formais, menos frequentes e os grupos mais heterogêneos social e culturalmente. É nesse estágio que ocorrem os registros na forma de documentos de um corpo coerente de pesquisa e cabe aos cientistas se adaptarem às convenções exigidas pelo meio de comunicação pretendido. Por esse motivo, a comunicação de ideias é mais limitada e as convenções de estilo e linguagem limitam a compreensão por grupos que não fazem parte do campo.

No estágio 3, denominado *popularização*, ocorre um compartilhamento de uma ampla base de conhecimento. Porém, há pouco ou nenhum vocabulário comum e pouca ou nenhuma coesão social, com expressiva heterogeneidade. Os canais (jornais, noticiários, decisões de políticas públicas, prêmios, publicidade, tecnologia ou marketing) são a forma com que as informações científicas podem se tornar parte do discurso público. As formas de comunicação tendem a incentivar a aculturação de ideias por meio da aceleração do desenvolvimento de instituições, prêmios, entendimento da linguagem científica ou até mesmo influenciar novos tipos de comportamentos sociais.

Para que isso ocorra, o estágio 3 conta com intermediários que direcionam a informação científica ao público não especializado de forma a criar representações concretas da ideia científica abstrata para apresentar ao público. Dessa forma, os cientistas se mantêm "isolados" e a comunicação com a população é impessoal, com estrutura complexa de intermediários de informação. O estágio de popularização pode gerar uma evolução subsequente de novos conceitos com sucessivas ideias e mudanças interpessoais entre cientistas quando o ciclo se reinicia. Além disso, esse estágio também pode influenciar a tomada de decisões sobre políticas públicas que financiarão pesquisas futuras.

Assim, podemos dizer que os estágios 1 e 2 ocorrem na comunidade interna científica e o estágio 3 se interpõe na fronteira entre a comunidade científica e a sociedade. No entanto, Lievrouw (1990) destaca que não são todas as informações científicas que se tornam popularizadas e, por isso, acabam transitando apenas nos dois primeiros estágios. Sendo assim, um problema ou conhecimento só é capaz de transcender aos dois primeiros estágios quando os interesses se ampliam para além da comunidade.

Ainda sobre as terminologias, Caribé (2015) aponta que "*comunicação científica*" é um termo genérico e destaca que alguns dos termos mais comuns encontrados são: *divulgação científica*; *popularização da ciência*; *vulgarização da ciência*; *percepção pública da ciência*; *disseminação científica*; *educação científica*; *alfabetização científica*; *jornalismo científico*, entre outros, sendo esses termos subordinados e específicos da grande área da comunicação científica.

No entanto, a autora chama atenção para a diferença entre as terminologias e as divide em dois grandes blocos. O primeiro bloco se refere às atividades que embarcam os *processos* de levar a informação científica aos indivíduos e diferentes

grupos sociais, como é o caso dos termos *divulgação científica* e *popularização da ciência*. O segundo bloco refere-se às atividades centradas nos resultados gerados pela informação científica, bem como mudanças comportamentais e desenvolvimento de competências nos receptores da informação e são compostas por termos como *percepção pública da ciência*, *educação científica* e *alfabetização científica*.

Outro importante modelo de comunicação científica é discutido por Bueno (1985), que, embasado no filósofo venezuelano Antonio Pasquale, analisa conceitualmente os termos *difusão*, *divulgação* e *disseminação* científica.

Segundo Bueno (1985, p. 1420), *difusão científica* refere-se a “todo e qualquer processo ou recurso utilizado para veiculação de informações científicas e tecnológicas”. Dessa forma, abrange os periódicos especializados, banco de dados, sistemas de informação acoplados aos institutos e centros de pesquisa, serviços de alerta das bibliotecas, reuniões científicas (congressos, simpósios, seminários etc.), seções especializadas das publicações de caráter geral, páginas de ciência e tecnologia de jornais e revistas, programas de rádio e televisão dedicados à ciência e tecnologia, cinema dito científico, entre outros (BUENO, 1985).

Ainda que esse termo possua um significado mais genérico, o autor aponta que o processo envolvido na difusão científica pode ser pensado em dois níveis: I) difusão para especialistas (*disseminação científica*); II) difusão para o público em geral (*divulgação científica*).

O processo de *disseminação*, por sua vez, pressupõe a transferência de informações científicas e tecnológicas transcritas em códigos especializados, ou seja, com uma linguagem específica para um público seletivo de especialistas. Esse modo de comunicação é denominado horizontal, pois se trata do envio de mensagens elaboradas em linguagens especializadas a receptores selecionados e restritos (BUENO, 1985; 2010).

Ainda na perspectiva discutida por Bueno (1985; 2010), é possível subdividir a disseminação científica em dois níveis de circulação de informações científicas e tecnológicas entre especialistas: I) *intrapares*, entre especialistas de uma área ou áreas correlatas, ou seja, para um público especializado e específico; e II) *extrapares*, entre especialistas de diferentes áreas, isto é, para um público especializado, mas não específico.

No que diz respeito à difusão para o público em geral, objeto de interesse desta pesquisa, a DC pode ser entendida como “a utilização de recursos, técnicas e

processos para a veiculação de informações científicas e tecnológicas ao público em geral” (BUENO; 1985, p. 1421).

A Figura 3, elaborada por Caribé (2011), sintetiza o modelo de comunicação científica discutido até então.

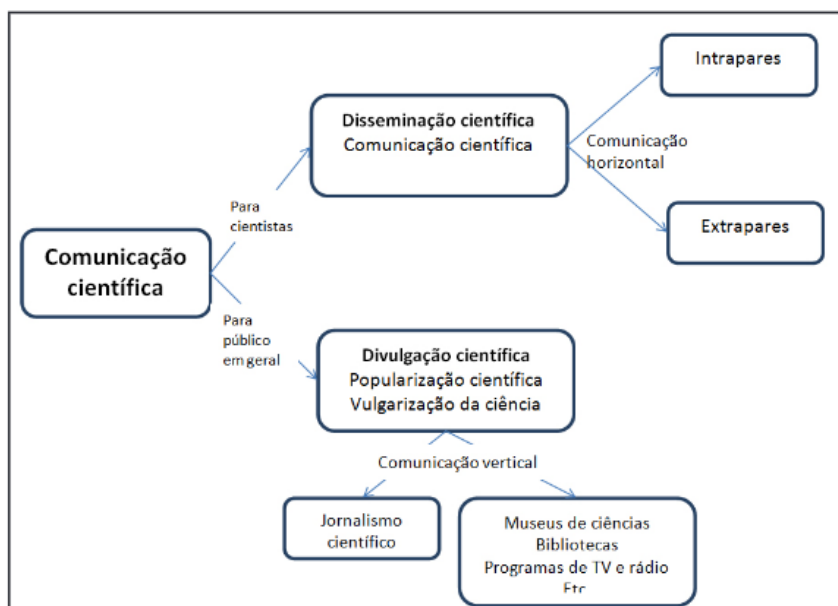


Figura 3. Modelo de comunicação científica (processos).

Fonte: CARIBÉ, 2011, p. 185.

É importante salientar que somente a formação profissional em determinada área de ciências e uma boa capacidade de comunicação não são fatores determinantes para que seja feita uma boa DC, pois ela não ocorre por meio de uma simples tradução dos conhecimentos científicos direcionado a um público que não domina esses conhecimentos (NUNES; QUEIRÓS, 2020). Ainda que sejam feitas transposições e reformulações dos conhecimentos científicos, entende-se que a DC se constitui como um gênero do discurso com características particulares, que se desenvolvem em condições de produção totalmente diferente daquelas em que o conhecimento científico é produzido (ZAMBONI, 2001; NASCIMENTO; REZENDE JUNIOR, 2010).

Zamboni (2001), ancorada no filósofo Bakhtin, aponta que os gêneros discursivos refletem condições específicas no que diz respeito a três principais aspectos: I) conteúdo temático; II) estilo verbal; III) construção composicional.

Como todos os outros gêneros discursivos, a DC possui suas particularidades. De acordo com a autora, do ponto de vista temático, a DC está centrada em temas da ciência e tecnologia e, portanto, veicula conteúdos próprios à temática científica,

adaptados a um público não especialista. Quanto ao estilo, é fundamental que, ao divulgar a ciência, se evite a linguagem esotérica, ou seja, aquela entendida unicamente por especialistas. Por se tratar de um público-alvo não especializado na temática, é muito comum que se utilize recursos como analogias, generalizações, aproximações, comparações e simplificações. Por fim, com relação ao aspecto composicional, Zamboni (2001) afirma que o discurso da DC faz o uso de procedimentos discursivos variados, incluindo, principalmente, a recuperação de conhecimentos tácitos, fórmulas de envolvimento e segmentação da informação.

Tendo em vista os diferentes modelos e formas de compreensão descritos, podemos dizer que a DC tem sido foco de pesquisa de muitos pesquisadores da literatura especializada na busca pelo entendimento de seus objetivos e princípios. Desse modo, compreendemos que a DC não se trata da simples tradução ou simplificação dos conhecimentos científicos gerados por pesquisadores em suas instituições. Pelo contrário, divulgar a ciência compreende um processo amplo e complexo de transposição de conhecimento. O movimento se inicia com a própria produção da ciência entre pares cientistas dentro das universidades que, posteriormente, segue para validação e debate entre outros pesquisadores da mesma área. Esse processo foi descrito por Bueno (1985) como disseminação científica intrapares e compreende o estágio 1 de concepção discutido por Lievrouw e Carley (1990).

Uma vez validado e amplamente debatido entre os pares, os conhecimentos científicos são disseminados entre especialistas, dessa vez, para um público não específico, isto é, cientistas e pesquisadores de outras áreas não correlatas, descrito por Bueno (1985) como *extrapares*. Esse processo envolve o estágio 2, de documentação, proposto por Lievrouw e Carley (1990), o qual compreende a materialização dos conhecimentos gerados na forma de artigos, livros, teses, dissertações etc.

Antes de alcançar o público não especializado, o discurso científico, até então na voz do cientista, agora deve ser transposto cuidadosamente para o discurso da DC, que assim como qualquer outro gênero discursivo, possui suas características específicas para que consiga atingir seus objetivos de popularização da ciência, como defendido por Zamboni (2001). Características estas que muitas vezes se apresentam como antagônicas a do discurso científico original e, por isso, requer estudos e

preparação e não deve ser feita de forma intuitiva. Esse último processo abrange o último estágio, de popularização, proposto por Lievrouw e Carley (1990).

Por se tratar da veiculação de informações científicas e tecnológicas ao público externo à universidade e como uma forma de interação entre a universidade e a sociedade a qual ela está inserida, diversas iniciativas de DC têm sido praticadas no âmbito das ações de extensão universitária.

Um caso interessante foi relatado no trabalho de Romão e Júnior (2022), em que licenciandos do Instituto Federal da Paraíba adaptaram para o contexto remoto uma atividade extensionista de DC que, historicamente, acontecia presencialmente. Utilizando uma rede social, os licenciandos promoveram a “Semana Quitassato”, com diversas palestras sobre Química Verde, nanotecnologia e desenvolvimento sustentável. Os autores ressaltam que o uso da rede social foi primordial para o alcance do público externo.

Com os objetivos de divulgar a ciência, incentivar e promover o interesse pela Química, Freitas Filho e colaboradores (2012) propuseram um Laboratório Ambulante (LA) como um instrumento de extensão universitária. Envolvendo alunos de graduação, professores universitários e alunos da pós-graduação, o grupo de extensão promoveu a realização de experimentos por meios de kits preparados previamente na universidade nos LA em diferentes escolas e níveis escolares (FREITAS FILHO *et. al*, 2012). Os experimentos envolviam diversos conceitos da Química como determinação de pH de alimentos, obtenção de proteínas, testes de solubilidade, entre outros. Por meio de cartilhas informativas e jornais impressos, a discussão sobre o resultado dos experimentos foram divulgados para as escolas e para a comunidade.

Santarelli e colaboradores (2021) investigaram as ações de um programa de extensão de docentes e acadêmicos de um curso de Licenciatura em Química intitulado “Cientifi-Cidade - popularizando a ciência e a universidade”, que tinha como objetivo a divulgação da ciência e do espaço universitário para a população de uma cidade de Santa Catarina. O programa contava com 3 ações, que englobavam postagens em redes sociais, envolvendo músicas, paródias, curiosidades da Química; visitas de universitários em escolas de ensino médio, com a finalidade de apresentar a universidade e as oportunidades e visitas dos alunos do ensino médio às universidades, com oficinas temáticas e apresentação de laboratórios e outros ambientes universitários. A equipe também discutiu sobre os diversos desafios na

produção e na publicação de materiais de DC de qualidade que vão desde a aquisição de equipamentos, até o domínio das técnicas de pesquisa, produção e edição dos materiais, estratégias de marketing e promoção das publicações (SANTARELLI *et al.*, 2020).

Como explicitado nos exemplos anteriores, a DC pode ser feita de diferentes formas e em diferentes contextos. Uma das maneiras frequentemente utilizadas no ensino de ciências que vale a pena ser considerada é o uso de Textos de Divulgação Científica (TDC). Inclusive, algumas pesquisas têm sugerido o seu uso como material complementar aos materiais educativos tradicionais, como livros didáticos (SILVA; ALMEIDA, 2005; QUEIROZ *et al.*, 2012).

Ferreira e Queiroz (2012) sugerem que isso ocorre devido à importância das práticas em sala de aula que não se restringem unicamente à incorporação dos conhecimentos científicos, mas sim que contribuam na formação de hábitos e atitudes nos estudantes mesmo após sua formação na escola ou universidade.

Nessa perspectiva, os educadores científicos têm voltado suas atenções para os TDC devido a sua natureza simplificada, se constituindo como ferramentas potenciais para o próprio ensino de Ciências (NUNES; QUEIROZ, 2020).

[...] a utilização de TDCs em ambientes de educação formal pode favorecer a introdução de novos sentidos para o ensino-aprendizagem de ciências, pois, uma vez aliados a metodologias as quais possibilitem o desenvolvimento também cultural dos estudantes, podem contemplar uma educação para cidadania e propiciar reflexões sobre os valores associados à ciência (FERREIRA; QUEIROZ, 2012, p. 22).

O uso de TDC proporciona aos estudantes leitores informações atualizadas sobre a C&T, bem como informações sobre a produção desses conhecimentos e não somente os seus resultados (ROCHA, 2012). Além disso, o hábito da leitura e escrita, o contato com os procedimentos empregados na ciência, o pensamento crítico, bem como a promoção de discussão se apresentam como potencialidades importantes proporcionadas pelo emprego de TDC em salas de aula (FERREIRA; QUEIROZ, 2012).

Como os TDC, em particular, são entendidos como um formato de DC, podemos pensar que, conseqüentemente, também se configuram como um gênero de discurso próprio, com tema, estilo e composição próprios. Zamboni (2001) discute três importantes características de um TDC, são elas: científicidade, didaticidade, laicidade.

A dimensão da cientificidade diz respeito aos traços típicos do discurso científico. No entanto, em um TDC, esse aspecto vai além dos explícitos em um gênero puramente científico: apresentam características pessoais dos cientistas, bem como as consequências negativas de certos produtos da ciência. Essas características visam proporcionar ao leitor um amplo entendimento sobre as pesquisas científicas e sobre o funcionamento da ciência, suas finalidades e demandas (ZAMBONI, 2001).

A dimensão da laicidade engloba elementos que estão presentes nos discursos do cotidiano, incluindo diferentes formas de contextualização como forma de aproximação da ciência e do cotidiano do leitor, por meio de fórmulas de envolvimento (ZAMBONI, 2001). Por último, mas não menos importante, a dimensão da didaticidade. Isto inclui diversos procedimentos explicativos como explicações, recapitulações e orientações metodológicas. A finalidade é facilitar o entendimento do leitor, uma vez que ele não é especialista na temática (ZAMBONI, 2001).

Além disso, por se tratar de um gênero textual específico, os TDC apresentam características e peculiaridades. Pensando nisso e nas potencialidades do uso em sala de aula, Ferreira e Queiroz (2011) analisaram TDC da Revista Ciência Hoje, a partir de adaptações realizadas ao instrumento de análise proposto por Ribeiro e Kawamura (2005). É importante ressaltar que as adaptações realizadas tiveram um foco maior na Química, uma vez que as autoras se propuseram a analisar TDC que tratavam conteúdos desta área do conhecimento. A proposta de ambos os trabalhos foi realizar uma caracterização dos textos baseada em suas características específicas quanto à forma e ao conteúdo. A Figura 4 apresenta o instrumento adaptado por Ferreira e Queiroz (2011).

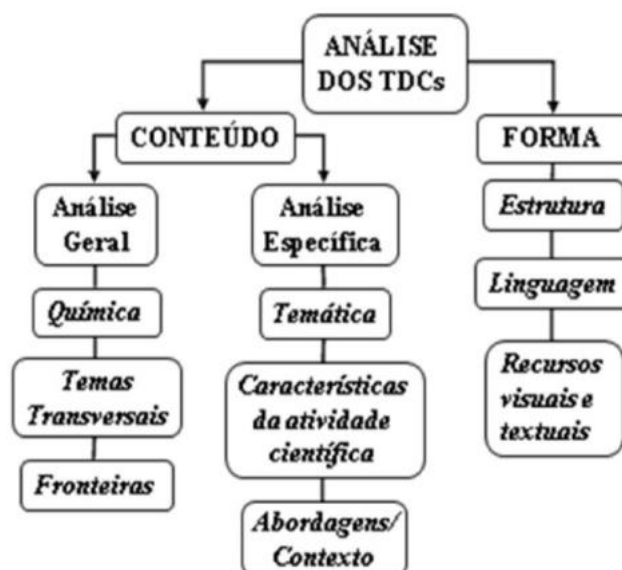


Figura 4. Esquema adotado para análise dos TDC.

Fonte: Ferreira e Queiroz (2011, p. 355).

Observamos que esse instrumento de análise de TDC, desenvolvido inicialmente por Ribeiro e Kawamura (2005), e posteriormente adaptado à Química por Ferreira e Queiroz (2011) dialoga com a perspectiva de gênero discursivo da DC, como discutido por Zamboni (2001). Isto significa dizer que os TDC refletem um gênero discursivo próprio e possuem peculiaridades bem definidas pertinentes ao conteúdo temático, estilo verbal e construção composicional. O instrumento em questão permite a caracterização bem delineada desses três aspectos de um gênero discursivo.

Em relação ao conteúdo, as autoras subdividiram as análises entre geral e específica. A primeira diz respeito à identificação dos conteúdos principais dos textos, sendo eles pertinentes: *I)* à Química, aqueles estruturados formalmente do conhecimento químico; *II)* a temas transversais, tais como os conteúdos que não pertencem a nenhuma disciplina em específico, mas ao mesmo tempo perpassa por todas, como cidadania; *III)* a fronteiras, aqueles que se relacionam com a Química de alguma maneira, por exemplo, a Física.

Na análise específica os conteúdos são analisados de acordo com as subdivisões: *I)* temática, ou seja, o enfoque dado ao conteúdo; *II)* características da atividade científica, que engloba aspectos relacionados à práxis científica, desde os procedimentos (elaboração, adequação de modelos, forma de análise e interpretação dos dados) até perspectivas da ciência como instituição (controvérsias e diversidade de ideias) e aspectos inerentes à natureza da ciência (paradigmas, característica dos

cientistas, etc); *III*) abordagem e contexto, ou seja, a forma como o texto é contextualizado (social, política e/ou economicamente) (FERREIRA; QUEIROZ, 2011).

Por fim, o segundo bloco relacionado à forma compreende: *I*) estrutura do texto, ou seja, a maneira como as informações estão organizadas e distribuídas ao longo do TDC; *II*) linguagem, isto é, o gênero discursivo utilizado na escrita do texto, bem como a clareza da escrita e a didaticidade das explicações, levando em consideração que o leitor não é especialista no assunto; *III*) recursos visuais e textuais, ou seja, a distribuição espacial das informações (imagens, gráficos, boxes de informações, etc).

Todos esses aspectos descritos são característicos de TDC e devem ser levados em consideração tanto na própria escrita do texto quanto na escolha para uso em sala de aula. Fica evidente que as características se diferenciam de artigos e trabalhos puramente científicos, os quais os acadêmicos estão acostumados. Por ser veiculado a um público não especializado, a linguagem deve ser acessível e o uso de analogias, metáforas, uso de aspeamentos e outras estratégias discursivas para aproximação com o leitor são muito importantes, como a interlocução direta com o leitor.

Em síntese, o uso de TDC destaca-se como uma importante ferramenta para a aproximação do conhecimento produzido internamente nas universidades para o público externo a ela. Conforme discutido anteriormente, como um dos objetivos da extensão universitária, destacamos a socialização dos conhecimentos sistematizados e produzidos pelos grupos da universidade. Uma importante forma de promover essa interação entre universidade e sociedade é por meio das práticas de DC, que têm se mostrado fundamentais para a democratização da ciência, combate às *fake news* e para tornar a ciência acessível ao grande público e não única e exclusivamente para cientistas.

Além disso, as práticas de DC, quando bem fundamentadas, podem dialogar com as diretrizes da extensão universitária, mencionadas anteriormente. A interação dialógica pode ser alcançada, por exemplo, a partir do momento em que se considera os saberes populares, tanto no planejamento quanto nas próprias ações de DC, estabelecendo uma troca de saberes e a democratização do conhecimento.

Quanto à diretriz da interdisciplinaridade e interprofissionalidade, a DC pode abranger diferentes áreas do conhecimento, sendo temas transversais ou de fronteiras, como fica evidente no instrumento adaptado por Ferreira e Queiroz (2011).

O impacto na formação do estudante pode ser evidenciado pela própria aprendizagem envolvida no processo de elaboração de um TDC, por exemplo, em que o graduando precisa se apropriar dos fundamentos e características necessárias para a produção desse gênero discursivo. Características estas que são, geralmente, opostas aos textos que são produzidos em um curso de graduação de Química, como relatórios e artigos científicos.

É fundamental que, além de se desenvolver uma sólida base do próprio conhecimento científico que se pretende divulgar, o estudante adquira uma base de conhecimento de técnicas e recursos linguísticos para tornar a linguagem acessível e o assunto contextualizado. Há também os conhecimentos relacionados à utilização das Tecnologias da Comunicação e Informação (TICs) como ferramenta para o próprio desenvolvimento intelectual e profissional. Todos esses conhecimentos podem impactar a formação dos estudantes, uma vez que são pouco explorados em cursos de graduação de Química, por exemplo.

Quanto ao impacto e transformação social, principalmente diante do atual cenário em que a sociedade se encontra, compreendemos que as práticas de DC são extremamente potenciais para tornar a ciência mais acessível à população leiga, de forma a minimizar os impactos da propagação de fake news, bem como da desmistificação da ciência e dos cientistas, da pesquisa científica e dos procedimentos da ciência. Diante disso, as práticas de DC apresentam potencial para impactar a sociedade, beneficiando os indivíduos no processo de democratização do conhecimento.

Em relação à diretriz da extensão como indissociável ao ensino e pesquisa, como apontado inicialmente, um grande desafio das universidades nos dias de hoje tem sido o fomento a iniciativas que visam estabelecer uma interface entre as três dimensões. Do mesmo modo, como descrito, atualmente é possível encontrar na literatura iniciativas extensionistas que se propõem a tornar a ciência mais acessível ao grande público por meio da DC, demonstrando ser esse um caminho promissor para promoção de diálogos transformadores entre universidade e sociedade. No entanto, cabe destacar ainda que, não necessariamente, essas ações partem do princípio de que ensino, pesquisa e extensão devem caminhar em conjunto como indissociáveis, priorizando muitas vezes relações duais reducionistas entre extensão e pesquisa ou extensão e ensino.

Diante desse grande desafio, a inovação da presente pesquisa se inspira no princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão por meio da interface entre uma pesquisa científica produzida no âmbito interno da universidade; os TDC como uma forma de estabelecer diálogos com a sociedade por meio da extensão universitária e estratégias inovadoras para o ensino de Química da graduação.

Adicionalmente, cabe uma importante discussão a respeito da realidade que atinge o ambiente acadêmico. Se por um lado, discute-se sobre a necessidade de transpor o conhecimento para além das fronteiras da universidade, por outro lado, o que se nota é que muitas vezes nem mesmo os estudantes da graduação têm conhecimento sobre as pesquisas científicas produzidas em suas próprias instituições.

Tendo em vista as problemáticas apontadas, é possível pressupor que os conhecimentos científicos produzidos e sistematizados acabam se concentrando no processo de *disseminação científica*, que de acordo com Bueno (1995) se trata da circulação de informações científicas e tecnológicas entre especialistas.

Além disso, à medida com que se avança nas pesquisas científicas, as práticas de ensino e ações extensionistas precisam avançar igualmente, como determina o art. 207 pela Constituição Federal no tocante ao princípio da indissociabilidade. Portanto, torna-se clara a importância de iniciativas que, ao passo que contribuam para a popularização de pesquisas produzidas dentro das universidades no âmbito de grupos de extensão, possam trazer retornos também para o ensino da graduação.

Diante disso e como uma forma de articulação entre a pesquisa científica, DC e ensino de Química da graduação, podemos pensar no uso dos CI enquanto uma estratégia didática inovadora. Na próxima subseção apresentamos as características, principais potencialidades dos CI e seu papel na busca pela integração entre a tríade ensino, pesquisa e extensão.

2.3 O uso de Casos Investigativos e o ensino de Química: possibilidades inovadoras para a graduação

Por muito tempo, o ensino tradicional dominou as salas de aula de todos os níveis, seja na educação básica ou superior. Essa metodologia caracteriza-se pela transmissão do conteúdo, isto é, o ensino é centrado no professor, enquanto o detentor do conhecimento, que deve garantir que os estudantes aprendam efetivamente. Os alunos, por sua vez, limitam-se à posição passiva, de receber o

conteúdo pronto transmitido pelo professor, e devem reproduzir as informações de forma automática e sem variações (MIZUKAMI, 1986).

O modelo tradicional de ensino, como o próprio nome já sugere, é historicamente consolidado e, ainda nos dias de hoje, é muito comum nas salas de aula. Há um tempo, no entanto, a literatura especializada tem discutido cada vez mais sobre inovações e mudanças nas práticas docentes, de forma a buscar alternativas ao modelo tradicional de ensino, que recebe algumas críticas, principalmente quando se pensa na motivação e interesse dos estudantes em sala de aula.

Vale inserir aqui uma breve discussão a respeito do que se entende como inovação nesse contexto, visto que este termo pode gerar polissemia e, muitas vezes, é utilizado sem fundamentação e com fim em si mesmo, como uma “solução” para problemas estruturais e complexos (MESSINA, 2001).

A mudança implica passar ou transitar de uma situação ou de um estado ou condição para outro. A mudança é uma viagem, uma passagem, uma virada que é tão animadora quanto ameaçante. Mudar implica desnaturalizar ou distanciarmo-nos do *habitus* que nos constitui, que é tão estruturante quanto estruturado, separarmo-nos desses modos de sentir, pensar e agir (MESSINA, 2001, p. 228).

Nessa perspectiva, Cardoso (2003) compreende a inovação como a inserção de uma novidade no sistema educativo com o objetivo de promover uma melhoria no processo pedagógico, promovendo uma mudança concreta naquela realidade. Além disso, a inovação deve ser fruto do esforço intencional e consciente do professor, a partir de ações integradas em um processo dinâmico (CARDOSO, 2003).

Sabemos que, no ensino superior, o ensino tradicional é historicamente consolidado. De acordo com Maseto (2012), nesse nível de ensino, a grande preocupação é com o próprio ensino, no sentido de os professores transmitirem as informações e experiências consolidadas, esperando que os graduandos as retenham e sejam capazes de reproduzi-las em exames e provas avaliativas.

Como forma de inovar suas práticas pedagógicas, buscando uma alternativa às práticas tradicionais centralizadas no professor, alguns professores e pesquisadores têm optado pelo uso das denominadas metodologias ativas. Nesse caso, o processo de ensino e aprendizagem é centrado no aluno, que passa a ser deslocado da posição passiva e colocado como protagonista da sua aprendizagem. Além das possibilidades de melhoria na motivação e engajamento dos estudantes, também destacam-se as

potencialidades de desenvolvimento de pensamento crítico e da autonomia (BERBEL, 2011).

O engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões em diferentes momentos do processo que vivencia, preparando-se para o exercício profissional futuro (BERBEL, 2011, p. 29.)

Em cursos da área da saúde, por exemplo, essa metodologia já vem sendo utilizada há um tempo, de forma a aproximar os graduandos em enfermagem, medicina ou odontologia de problemas reais que deverão enfrentar em seu futuro profissional. No ensino de ciências, em particular, a literatura especializada vem estudando e mostrando as potencialidades do uso de CI como estratégia didática ativa em sala de aula.

Os CI, também denominados na literatura como Estudos de Casos, da tradução literal do inglês *Case Studies*, constituem-se como uma importante estratégia didática para o ensino de ciências. É importante mencionar que alguns autores em pesquisas mais recentes optaram por utilizar o termo “Casos Investigativos” para se referir à estratégia didática (FRANCISCO, 2022). Essa escolha foi tomada como uma alternativa para diferenciá-la do desenho de pesquisa de estudo de caso. Como pontuado anteriormente, essa estratégia tem como base os princípios de estratégias ativas, isto é, o aluno passa a desempenhar um papel ativo em sala de aula e deixa de ocupar a posição de mero receptor de informações como no modelo tradicional.

De forma geral, os CI constituem uma narrativa envolvente, por meio de personagens que se encontram diante de um dilema ou situação-problema. Os estudantes, por sua vez, devem se colocar no lugar desses indivíduos e procurar caminhos fundamentados e embasados cientificamente a fim de encontrar uma resolução para o problema. Sá e Queiroz (2009) afirmam que os CI têm sido amplamente utilizados em salas de aulas e podem ser adaptados a diversos contextos educacionais que englobam diversos cursos e níveis de ensino, utilizando narrativas que estimulam os estudantes a tomarem decisões sobre questões científicas e sociocientíficas relevantes.

Segundo as autoras, o uso de CI “oferece aos estudantes oportunidades de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável” (SÁ; QUEIROZ, 2009, p. 12). Além disso, os CI proporcionam aos estudantes

uma aproximação com o seu futuro profissional, estimulando a aquisição de conteúdos científicos, desenvolvendo habilidades de autoaprendizagem e de trabalhar em grupo, além de possibilitar a integração entre diferentes conhecimentos.

Os CI possuem como origem a metodologia chamada aprendizagem baseada em problemas (ABP), também conhecida como *problem-based learning* (PBL), cuja principal finalidade é aproximar os estudantes com seu futuro profissional, com base em problemas reais, antes que alcancem os últimos semestres do curso. A ABP tem origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário e por muito tempo permaneceu restrita aos cursos da área médica (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007).

Na literatura internacional, *Clyde Freeman Herreid* (1994), professor da Universidade de Búfalo, se destaca por ser um dos pesquisadores consolidados da área. Seu artigo denominado “*Case Studies in Science - A Novel Method of Science Education*” é o primeiro de uma série de artigos publicados na renomada revista da área de educação em Ciências, *Journal of College Science Teaching*, sobre o uso de CI no ensino de Ciências, dando origem à seção denominada *The Case Study*, que se mantém até os dias atuais. Herreid (1994) aponta ainda que, ao contrário de cursos como direito e medicina, que apresentam um longo histórico com o uso dos CI, no ensino de ciências, especificamente no ensino da graduação, não é tão comum a utilização da estratégia didática.

O professor e pesquisador discute que em meados dos anos 1990 os CI foram sendo adotados por professores na Universidade de Búfalo. Como consequência de suas experiências pedagógicas, puderam notar que a utilização de CI envolve o “aprender fazendo”, o desenvolvimento de habilidades analíticas e de tomada de decisão, a internalização da aprendizagem, aprender como lidar com problemas complicados da vida real, o desenvolvimento de habilidades orais comunicações e, frequentemente, trabalhos em equipe. Nas palavras do autor, “é um ensaio para a vida” (HERREID, 1994, p. 222).

Frente à popularização da estratégia, professores e pesquisadores da universidade de Búfalo desenvolveram uma plataforma chamada “*National Center for Case Study Teaching in Science*” (NCCSTS)³, onde disponibilizam um acervo de casos que podem ser usados para ensinar ciências. A biblioteca disponibiliza

³ <https://sciencecases.lib.buffalo.edu/collection/types.html>

narrativas para diferentes níveis de escolaridade (ensino fundamental, médio, superior, profissionalizante) e também diferentes formatos.

Herreid (1998) publicou um artigo denominado “*What makes a good Case?*”, o qual aponta que um “bom Caso” deve:

- **Contar uma história** com um enredo interessante que, de alguma forma, se relaciona com as experiências do leitor. Como toda história, deve conter início, meio e fim, que por sua vez, não deve ser explícito, isto é, os alunos devem propor um fim para a história;
- **Despertar o interesse** pela questão que se propõe discutir;
- **Ser atual** para que os estudantes possam entender a importância e urgência do problema a ser resolvido;
- **Criar empatia pelos personagens centrais** para manter o aluno mais engajado com a história, ou seja, atribuir características pessoais e sentimentos aos personagens poderá influenciar a forma como a decisão será tomada;
- **Incluir citações**, isto é, dar vozes aos personagens, aumentando o drama e o realismo da história;
- **Ser relevante ao leitor** envolvendo situações e dilemas que os estudantes provavelmente enfrentarão em suas vidas pessoais ou profissionais;
- **Ter utilidade pedagógica**, isto é, ter objetivos de ensino e aprendizagem bem definidos;
- **Provocar um conflito**;
- **Forçar a tomada de decisão** envolvendo urgência e seriedade ao problema proposto;
- **Ter generalidade**, não sendo apenas uma curiosidade específica;
- **Ser curto**, para não dispersar a atenção dos alunos e esses se manterem engajados durante a leitura.

Alguns anos depois, Herreid (2002) apresenta oito sugestões para melhorar a leitura do CI, tornando-a mais fluída e agradável, sendo elas: I) não focar apenas em fatos; II) incluir diferentes pontos de vistas; III) destacar o interesse humano; IV) usar diálogos; V) incluir palavras da linguagem falada; VI) usar frases curtas e evitar expressões extensas; VII) ter um começo chamativo.

Em seu trabalho mais recente, Herreid e colaboradores (2016) revisitam as características que os CI devem ter para serem considerados “bons”. Esse trabalho

desenvolvido pelos autores se calçou em uma pesquisa do tipo “*survey*”, desenvolvida por Herreid e colaboradores (2012), que investigou a percepção de mais de 1300 professores norte-americanos acerca do uso de CI em aulas de ciências. Vale mencionar que os docentes participantes da pesquisa fazem o uso da estratégia há anos. A partir das perspectivas dos docentes, os autores buscaram uma resposta atual e mais pragmática para a pergunta “*what makes a good case?*”.

Durante a pesquisa, designou-se aos professores participantes que classificassem as características citadas anteriormente em uma escala de “essencial”, “muito importante”, “importante”, “pouco importante” ou “não importante”.

Nenhuma característica foi considerada como “não importante”. No entanto, a característica menos importante considerada pelos professores foi “ser curto”. De acordo com a pesquisa, 15% dos participantes estão satisfeitos com a extensão de 2 ou 3 páginas; 26% afirmam que 1 a 3 páginas é o tamanho ideal; 23% consideram aceitável 1 a 4 páginas e 11% concordam que 1 a 5 páginas seria o ideal. A característica considerada como a mais importante é a de trabalhar o pensamento crítico nos estudantes, seguida do formato de história e de ser relevante aos estudantes.

Além dessas, outras características foram questionadas, por exemplo, a inserção de elementos inesperados de surpresa ou de choque na história. A resposta foi um consenso geral, todos os docentes acreditam que seja um aspecto importante, mas não essencial. Tendo em vista o curto período de tempo de atenção dos estudantes, os autores destacam a importância desses elementos para mantê-los interessados e engajados na narrativa.

A pesquisa também forneceu alguns dados importantes a respeito da implementação dos CI em salas de aula. Quando questionados a respeito do tempo necessário para o uso das narrativas, grande parte dos professores respondeu que 1 ou 2 aulas são suficientes. Outra pergunta realizada questionava o tamanho ideal da turma para aplicação da estratégia e 38% dos docentes responderam de 10 a 20 estudantes; 35% consideram um tamanho razoável de 20 a 35 estudantes e outros 15% afirmaram não ter preferência. Os autores atribuem essa preferência por turmas menores em função da maior possibilidade de variação das estratégias de aplicação.

Nota-se que algumas características são mais relevantes do que outras para os professores investigados. Mais recentemente, Herreid (2018) apresenta novas contribuições como forma de sugestão para a melhoria da escrita dos CI,

especialmente os diálogos, pois, de acordo com o próprio autor, escrever um bom diálogo não é uma tarefa fácil, são elas:

- Deixar o diálogo mover a história, ou seja, não é necessário informar que o diálogo acontecerá, o leitor não precisa estar ciente da voz do autor.
- Não usar adjetivos e advérbios, de forma a tornar o autor o mais discreto possível;
- Usar aspas em posição específica para indicar quem está falando.
- Evitar o uso de nomes nos diálogos, pois não é algo comum na linguagem falada;
- Interromper os discursos longos e se atentar para que não fique um diálogo artificial.

Além dessas sugestões, o autor indica que o professor pratique a escrita dos CI, de modo a engajar o leitor na narrativa e deixar o mais próximo possível de uma situação da vida real. Um ano depois, Herreid (2019) propõe que antes de iniciar a escrita da história, o professor deve conhecer muito bem o público-alvo, delinear os conhecimentos científicos que se pretende ensinar, bem como os objetivos a se alcançar; pensar na estratégia em que o CI será aplicado; delimitar o que os estudantes precisarão fazer durante a resolução do CI e os recursos necessários para tal finalidade e, por fim, pensar em como será feita a avaliação.

Sobre o processo de elaboração de um CI, Francisco (2022), mais recentemente, realizou uma releitura sobre as características para escrever um “bom Caso”, propostas por Herreid em trabalhos anteriores. Francisco (2022) buscou articular as características com o processo de construção de um CI e defende que existem características denominadas primárias (ou centrais) e secundárias (ou complementares), apresentadas na Figura 5.

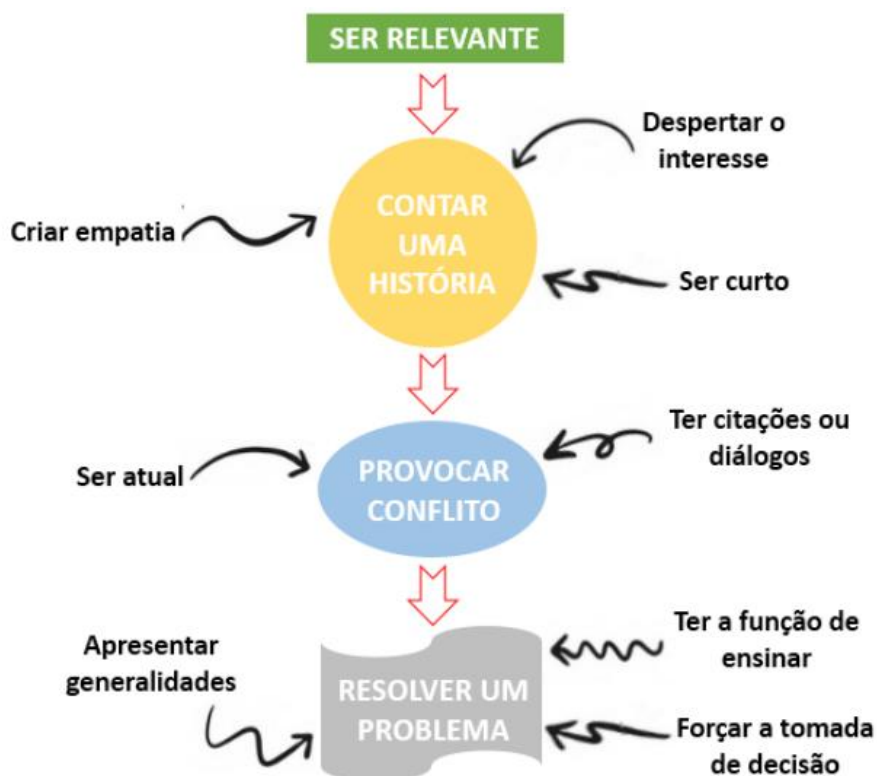


Figura 5. Diagrama da sequência de inserção das características para escrever um caso.
Fonte: Francisco (2022, p. 194).

As características primárias se apresentam no centro da figura, pois, de acordo com o autor, são consideradas o eixo estruturante de todo o processo. As características das laterais desempenham a função de complementar as características primárias.

O autor sugere um passo a passo de como construir um CI, apoiado no diagrama apresentado na Figura 5. A proposta é iniciar com a característica “ser relevante” e, posteriormente, transformar o tema relevante em uma história com personagem central. Como complemento da história, deve-se criar empatia e despertar o interesse a partir de uma história curta. No meio da história, um conflito deve ser provocado, por meio de diálogos entre personagens ou citações com informações recentes sobre o assunto. Para finalizar o CI, sugere-se inserir um problema a ser resolvido utilizando os conhecimentos científicos que possam ser aprendidos, de modo a forçar os alunos a uma tomada de decisão (FRANCISCO, 2022).

Sobre essas características primárias, o autor reflete mais profundamente sobre cada uma delas. A primeira, “ser relevante”, é interpretada como uma situação real vivenciada pelos estudantes, cujo evento deve ser explorado na história a ser contada. Essas situações podem ser extraídas a partir do diálogo com os próprios

alunos, buscando entender as vivências dos estudantes. Nesse sentido, o autor articula essa característica com o conceito de “tema gerador”.

Ao contar uma história partindo-se de temas geradores, ou seja, estudando a realidade do/a educando/a (a partir de sua fala) e organizando os dados (fala do/a educador/a) para extrair a problematização da prática de vida dos/as educandos/as por meio de uma metodologia dialógica, é que se alcança a relevância, pois o que faz parte da vida do/a estudante vale a pena estudar (FRANCISCO, 2022, p. 195).

Após delinear o tema gerador a partir dos anseios dos próprios estudantes, parte-se para a segunda característica, “contar uma história”. Para complementar essa característica estruturante, a história deve, necessariamente, ser curta e com poucos personagens e locais. O autor reforça que o tamanho ideal da narrativa pode variar de acordo com a realidade das turmas, isto é, o professor precisa conhecer seus estudantes para que a leitura seja o mais proveitosa possível.

Pensando nas características secundárias, Francisco (2022) defende que o interesse pela história pode ser despertado ao passo que a história seja relevante para o leitor. Além disso, a criatividade e a imaginação são fundamentais para despertar o interesse, apresentando a situação real em outra perspectiva, mesmo que fictícia.

Será esse pano de fundo que despertará o interesse. É a magia da história criada e não o evento real levantado que prenderá a atenção do público e começará a criar a empatia (característica secundária de “contar uma história”). Esse é o papel da literatura, envolver os/as leitores/as emocionalmente na cronologia dos fatos e nos desafios dos/as personagens (FRANCISCO, 2022, p. 195).

A empatia do leitor pode ser criada explorando os personagens, a partir da descrição física e emocional e suas perspectivas. O autor reforça que personagens engraçados, atrapalhados, desesperados e dramáticos podem acabar aumentando a empatia dos estudantes.

Com essas características bem definidas, o próximo passo seria apresentar o clímax da história, a partir da inserção de um conflito. O autor destaca que:

Enxergamos que o conflito que deve existir no caso não é, necessariamente, uma ideia controversa, mas uma relação entre o emocional e o racional. É lógico que podemos provocar um conflito com ideias controversas como a “liberação ou não da maconha” e “o uso da terra para plantio ou pecuária”, mas nem sempre o tema gerador será controverso. É por isso que pensamos o conflito entre o aspecto emocional e racional, sendo o clímax da história. Assim, a partir desse momento é que os/as estudantes começarão a analisar a situação/problema apresentado (FRANCISCO, 2022, p. 196).

O clímax deve ocorrer antes do desfecho final. Portanto, o autor reforça a importância da introdução de pontos de vista e informações relevantes para orientar

um pensamento prévio no leitor. Dessa forma, é possível suscitar possíveis soluções e caminhos os quais a narrativa pode prosseguir. As citações ou diálogos são importantes ferramentas para trazer a dramaticidade, suspense e veracidade na história.

Francisco (2022) defende que a história não precisa ser, necessariamente, atual, com um prazo de no máximo 5 anos, como defende Herreid (1998). O autor sugere que o mais importante é que se tenha informações atualizadas sobre determinado tema.

Por fim, o último passo para a construção de um CI seria pensar sobre a resolução desse problema, a partir da capacidade de tomada de decisão. O autor reflete sobre a potencialidade dessa capacidade para o desenvolvimento do pensamento crítico e, principalmente aliado aos temas geradores, apresenta aspectos voltados para a formação cidadã.

Não queremos que o uso dos casos tenha um fim apenas no conhecimento científico. Portanto, sustentamos que forçar a tomada de decisão precisa evidenciar aos/as estudantes que a ciência, como uma das formas de conhecimento humano que deve ser apropriada, é usada para compreender melhor o mundo que nos cerca. É dessa premissa que a generalidade dos casos (explorar generalidades) pode ser assegurada, habilitando-os/as a se preparar para o exercício consciente e participativo da cidadania (FRANCISCO, 2022, p. 197).

Nesse sentido, evidencia-se que, apesar das características de dramatização, o uso dos CI não deve ser utilizado somente para entretenimento dos alunos, mas sim, devem ter a intencionalidade de ensinar e aprender determinados conhecimentos científicos, que possam dar fundamento para a resolução do problema apresentado. Além disso, e não menos importante, outras habilidades e capacidades podem ser desenvolvidas a partir da resolução do CI.

Ainda sobre a construção de um CI, é preciso se atentar ao formato que o professor deseja utilizar em sala de aula, de acordo com o contexto e a realidade escolar. É possível encontrar na literatura especializada, principalmente em trabalhos do pesquisador Herreid, que também é diretor do *NCCSTC*, diversos formatos de aplicação. O Quadro 2, extraído de Francisco (2022), apresenta uma síntese de alguns formatos encontrados na literatura.

Quadro 2. Diferentes tipos de CI para se trabalhar em sala de aula.

Tipo de CI	Metodologia
Análise	Esse tipo de caso não possui um/a personagem central, sendo a história focada na descrição de um fato com apresentação de documentos e dados que mostram efeitos, vantagens, limitações etc. A intenção é responder perguntas como: “Do que se trata o caso?” e “O que está acontecendo aqui?”. O que se busca é que os/as estudantes aprendam a interpretar o(s) problema(s) apresentados pelo caso, não se exigindo a busca de soluções e tomada de decisão (NCCSTS, 2019). Alguns exemplos seriam uma descrição do vazamento de óleo nas praias nordestinas ou uma coleção de imagens e gráficos sobre as queimadas na Amazônia.
Decisão	Neste caso se narra uma história vivida por um indivíduo, instituição ou comunidade diante de um problema a ser resolvido. Inicia-se a história com a introdução do problema e quem irá tomar a decisão. Em seguida informações são apresentadas para entender a situação, com uma narrativa descrevendo os desenvolvimentos recentes que levaram à crise. Dados em infográficos, tabelas, gráficos, cartas ou documentação podem ser inseridos na história (ou em anexo) para ajudar na solução (NCCSTS, 2019).
Discussão	É um desdobramento dos casos do tipo de decisão. A diferença é o modo de conduzir a aula com a turma toda, sendo o método por discussão ancorado no objetivo de incentivar a formulação de perguntas. O/A professor/a apresenta um caso de decisão e o seu desenvolvimento ocorre exclusivamente por meio de perguntas entre os/as estudantes e o/a professor/a até a resolução (NCCSTS, 2019).
Direcionado	Um CI direcionado é projetado para se trabalhar individualmente, tendo como objetivo melhorar a compreensão dos/as estudantes sobre conceitos e processos científicos específicos. O caso geralmente consiste em um cenário curto e dramático, acompanhado por um conjunto de perguntas “direcionadas” e fechadas para serem respondidas. As perguntas, em sua maioria, são designadas como tarefa de casa, embora possam ser respondidas em sala de aula com a interação do/a professor/a (Cliff & Curtin, 2000). Salienta-se que também pode ser empregado como uma forma de avaliação formativa.
Clicker	Os casos “clicker” combinam o uso de sistemas de resposta pessoal do/a estudante por meio de TICs. O caso é apresentado e debatido durante a aula e em determinados momentos os/as estudantes são solicitados/as a responder as perguntas. Essas respostas são socializadas pelo/a professor/a e o debate do caso continua até sua resolução (Herreid, 2006).
Simulação	São casos interativos baseados em computador que podem ter duração variável, em que os/as estudantes dispõem de tempo suficiente para pesquisarem, comunicarem-se, interagirem-se e escreverem a resolução via plataformas computacionais (Bergland et al., 2006). É importante que essas plataformas permitam a inserção de documentos e que haja a interação entre todos/as participantes. Desse modo, o/a professor/a pode conduzir toda a discussão dos assuntos dando suporte necessário à distância.
Debate	O caso de debate é usado para se trabalhar em pequenos grupos e visa incentivar a argumentação dos/as estudantes sobre um determinado assunto. Uma forma para o debate é propor a formação de grupos para prepararem resumos escritos de prós e contras sobre o tema. O/A professor/a pode estipular o tempo para a realização do debate, dividindo em: (i) apresentação das ideias a favor; (ii) exposição das ideias contrárias; (iii) etapa de refutações e questionamentos; (iv) síntese final e resolução do caso (NCCSTS, 2019).
Debate dialogal	O debate dialogal é um método para explorar tópicos que envolvem controvérsias e que não possuem uma única posição. Amiúde, formam-se diferentes grupos para

	analisar o tema e construir argumentos a partir de seus pontos de vista. Em seguida, os grupos socializam as ideias para analisar os diferentes pontos de vista e a qualidade dos argumentos que os defendem. Por fim, os grupos organizam todas as informações para resolver o caso, justificando o lado que escolheram. As vantagens, em contraste com o debate, incluem: eficiência no tempo (múltiplos debates dialogais podem ocorrer simultaneamente); decisão “desapaixonada” (posições de mudança tendem a reduzir o apego inicial ou compromisso com um dado lado da questão); maior participação; e aumento do realismo (imita a formulação de políticas do mundo real, cujas decisões devem ser tomadas dentro de prazos e com juízos de valor (HERREID; DUREI, 2007)
Laboratório	São casos que a resolução deve ser feita a partir de experimentos de laboratório. Desse modo, exigem que os/as alunos/as desenvolvam uma abordagem laboratorial que possa ser usada para resolver o problema e elaborem um relatório escrito de modo a finalizar o caso (DINAN, 2005; FRANCISCO, 2018). Esse tipo de caso é uma alternativa para explorar a experimentação investigativa e “fugir” dos moldes tradicionais de experimentação via roteiro no ensino de ciências
Progressivo	Esse tipo de caso apresenta um problema para os/as estudantes resolverem em um formato de divulgação progressiva, com o caso dado em partes para trabalhar em pequenos grupos e serem concluídos em aula ou conjunto de aulas. Camill (2000) propõe um formato de se trabalhar esse tipo de caso: (i) usar um artigo científico e fazer com que os/as alunos/as leiam a introdução do trabalho e trabalhem em grupos para fazerem uma pergunta de pesquisa com base nos problemas que ele levanta; (ii) desenvolver hipóteses e projetar experimentos para testá-los, em que apresentarão para a classe avaliar; (iii) o/a professor/a fornece informações sobre como os/as autores/as reais do artigo abordaram o problema e após uma descrição dos métodos, os/as alunos/as são solicitados/as a prever os resultados, assim como relatar para toda a classe; (iv) revelar os dados reais, para que os/as alunos/as interpretem e encerram o caso revelando as interpretações e conclusões dos/as autores/as. Este formato permite que os/as alunos/as pratiquem o método científico - desde a formulação de perguntas até o teste de hipóteses, projeto experimental, análise e interpretação de dados. Outra alternativa é propor que os/as estudantes resolvam o caso a partir de fornecimento de pistas sobre o caso, em que mediante as interpretações de cada pista seja possível a resolução do caso (FRANCISCO, 2018).
Jig-saw	Uma técnica usada no ensino por meio de CI, o jig-saw aumenta a aprendizagem cooperativa, tornando cada aluno/a responsável pelo aprendizado e, depois, ensinando uma parte do material do caso ao seu grupo. O/A professor/a divide a turma em pequenos grupos e cada grupo recebe uma parte específica do problema para estudar, tornando-se especialistas nessa parte. Enquanto isso, outros grupos estão trabalhando em outras partes do problema. Finalmente, o/a professor/a pede que a turma monte novos grupos, de modo que pelo menos uma pessoa dos grupos iniciais esteja presente nos novos grupos. Dessa forma, todos/as “especialistas” de diferentes grupos ficam juntos, agrupando suas informações para formar um quadro completo e resolver o caso (NCCSTS, 2019).

Fonte: Francisco (2022, p. 184).

Embora existam diversos formatos de implementação, Anastasiou e Alves (2015) destacam uma sequência de operações de pensamento predominantes que geralmente é seguida durante a resolução do CI, sendo elas: I) análise; II) interpretação; III) crítica; IV) levantamento de hipóteses; V) busca de suposições; VI) decisão; VII) síntese. Além disso, as autoras discutem que os CI podem ser avaliados

a partir da: I) aplicação dos conhecimentos; II) coerência das resoluções; III) riqueza e profundidade da argumentação; IV) síntese final apresentada pelos alunos.

Vale mencionar que esses formatos podem ser mesclados e/ou adaptados de acordo com a realidade da sala de aula e com os objetivos estipulados inicialmente pelo professor (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007). Isto significa dizer que dependendo das habilidades que se pretende desenvolver em sala, diferentes formatos de CI podem ser explorados, como mostra a Figura 6, desenvolvida por Francisco (2022).

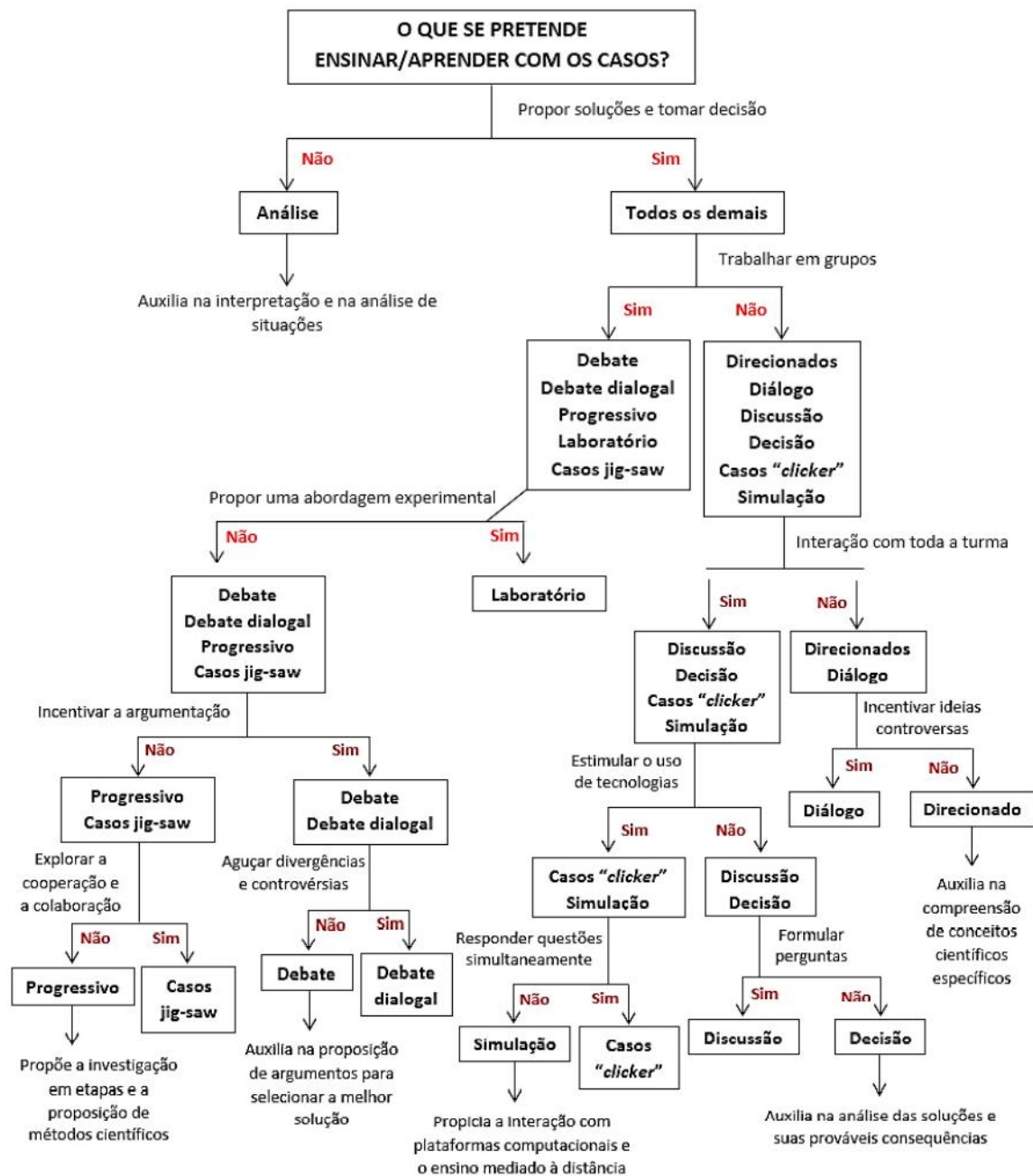


Figura 6. Fluxograma da correlação entre o tipo de caso e as habilidades que podem ser desenvolvidas.

Fonte: Francisco (2022, p. 198).

No que diz respeito às habilidades desenvolvidas por meio do uso de CI, na literatura nacional, especialmente no ensino superior de Química, a estratégia tem sido amplamente discutida em trabalhos publicados pelo GPEQSC, coordenado pela professora Dra. Salete Linhares Queiroz.

Queiroz e Sá (2005), por exemplo, investigaram as formas de argumentação de alunos durante a apresentação da resolução de CI em uma turma de Bacharelado em Química da própria instituição. Dessa forma, as autoras observaram que a implementação da estratégia possibilita o desenvolvimento da capacidade de argumentação, uma vez que, ao longo da discussão, as autoras identificaram uma série de argumentos e seus respectivos componentes nos enunciados dos estudantes.

Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2013) implementaram CI de caráter sociocientífico em uma turma de licenciatura em Química a fim de investigar os argumentos dos estudantes. As autoras apontam que o uso da estratégia permite aos estudantes tomarem decisões bem fundamentadas a partir de levantamentos de hipóteses, justificativas, prós e contras de diferentes perspectivas. De acordo com as autoras, ainda que essas habilidades sejam de extrema importância para o exercício da cidadania, são pouco exploradas nas aulas de Química.

Em outro estudo exploratório, Cabral, Souza e Queiroz (2017) investigaram a Aprendizagem Colaborativa com Suporte Computacional a partir da implementação de um CI em um Ambiente Virtual de Aprendizagem de uma turma de graduação em Química. As análises realizadas sugerem que há potencialidade na promoção do desenvolvimento de habilidades de comunicação nessas atividades.

Tendo em vista as características que um CI deve ter para ser considerado “bom”, suas atribuições específicas e suas potencialidades apresentadas anteriormente, pode-se pensar no uso de CI como uma estratégia inovadora para o ensino de Química, em particular na graduação.

No entanto, é importante reforçar que os CI não devem ser utilizados apenas para fins de entretenimento ou de passatempo em sala de aula. Além do desenvolvimento de habilidades, que usualmente não são trabalhadas em cursos de graduação como trabalho em equipe, argumentação e pensamento crítico, as narrativas devem ser utilizadas para a aprendizagem de conhecimentos científicos.

Em síntese, compreendemos que a construção de uma narrativa demanda planejamento e reconhecimento da realidade e do contexto dos estudantes;

aprofundamento nos conhecimentos científicos necessários para resolução do problema e alguns cuidados em relação à própria linguagem utilizada no CI. A forma como a história vai ser desenvolvida, bem como a estratégia utilizada para o desenvolvimento do CI em sala de aula são de extrema importância para o engajamento dos alunos na resolução do problema e também para o desenvolvimento das habilidades esperadas pelo professor.

Embora a estratégia didática do uso de CI seja apontada como potencial para o desenvolvimento de uma série de habilidades descritas anteriormente, o modo como será implementado em sala de aula necessita estar alinhado com os objetivos do professor e a realidade da sala de aula. Além disso, o processo de elaboração de um CI pode enriquecer a própria formação inicial e continuada de professores, uma vez que necessitam ser desenvolvidas habilidades de leitura e escrita e atualização do conhecimento científico.

Ademais, as investigações sobre o uso de CI na graduação em Química, em particular, têm sido apontadas com bastante potencial e relevância para o estímulo de atitudes e desenvolvimento de habilidades essenciais que muitas vezes acabam não sendo trabalhadas, sobretudo em aulas puramente expositivas do ensino tradicional.

Analisando o Projeto Pedagógico do curso de bacharelado em Química, por exemplo, do IQCAR, nos deparamos com os seguintes princípios que devem nortear a formação do profissional: I) buscar uma formação ampla e multidisciplinar fundamentada em sólidos conhecimentos de Química, que lhe possibilite atuar em vários setores; II) desenvolver metodologia e senso de responsabilidade que lhe permita uma atuação consciente; III) exercitar sua criatividade na resolução de problemas; IV) trabalhar com independência; V) desenvolver iniciativas e agilidade no aprofundamento constante de seus conhecimentos científicos para que se possa acompanhar as rápidas mudanças da área em termos de tecnologia e mercado globalizado; VI) aprender a tomar decisões, levando em conta os possíveis impactos ambientais ou de saúde pública, quando atuar na implantação de novos processos industriais para a produção de substâncias de uso em larga escala (UNESP, 2006).

Dentre as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas ao longo do curso, encontra-se: saber trabalhar em equipe; ter interesse no auto-aperfeiçoamento contínuo, curiosidade, espírito investigativo, criatividade e iniciativa na busca de soluções para questões individuais e coletivas relacionadas com a Química; saber identificar e apresentar soluções criativas para problemas

relacionados com a Química ou com áreas correlatas na sua área de atuação, dentre outras (UNESP, 2006).

É evidente que se espera muito além de somente ter o domínio dos conhecimentos químicos de um profissional da Química. Uma reflexão importante é que aulas com metodologia tradicional, o que geralmente ocorre no ensino superior, muitas vezes não são capazes de estimular o desenvolvimento dessas habilidades esperadas pelo próprio projeto pedagógico do curso. Isto porque aulas no formato expositivo são caracterizadas por estratégias de memorização e reprodução dos conteúdos transmitidos ao aluno. Assim, os estudantes acabam não trabalhando sua capacidade de resolução de problemas, uma vez que as soluções já são transmitidas a ele, sem que precisem pensar criticamente ou trabalhar com autonomia.

Ao aproximar as habilidades e competências que se espera de um profissional da área da Química e as potencialidades e atribuições do uso de CI no ensino de Química, evidenciadas pela literatura especializada, podemos concluir que essa estratégia didática poderia ser uma alternativa rica em potencialidades para ser utilizada em aulas de Química da graduação.

Outro fator importante que corrobora a justificativa da introdução do uso de CI no ensino de graduação é o próprio processo de construção da narrativa. Wendel e Behm (2021) evidenciaram que a oportunidade de elaboração de um CI na formação inicial de professores pode proporcionar o desenvolvimento de habilidades de leitura e escrita em diálogo com a linguagem da Química, a partir de temáticas atuais e de sua relação com a sociedade. De acordo com os autores:

E, de modo especial, destacamos a oportunidade de os licenciandos elaborarem um texto, e ainda, estabelecerem conexões entre os conceitos químicos trabalhados em sala de aula com a história elaborada para o caso, num movimento de iniciar o seu pensamento químico sobre os fenômenos, reconhecendo a química como integrante e fundamental na compreensão de mundo. Tal movimento é essencial na compreensão da química, o diálogo estabelecido na elaboração do Caso pode contribuir para aproximar aspectos da linguagem específica da química com o cotidiano do licenciando que passa a visualizar os conteúdos escolares com mais significado (WENDEL; BEHM, 2021, p. 233).

Diante disso, o processo de elaboração de um CI, com todas as características e critérios específicos, pode ser capaz de enriquecer a formação dos futuros profissionais, não só quanto a habilidades de leitura, escrita e criatividade, mas também quanto aos conhecimentos científicos e sua relação com fenômenos do cotidiano.

A elaboração de CI também pode ser interessante ao pensar na formação continuada de professores. Merlim e colaboradores (2020), por exemplo, investigaram uma proposta de minicurso, em que professores em exercícios deveriam propor CI para o ensino de gases, a partir das características mencionadas na literatura especializada. Os autores apontam que o processo foi importante para promover a atualização científica e aumentar a autoestima dos professores, que puderam expandir as possibilidades de ensinar esse conteúdo químico.

Outro aspecto importante para a elaboração de CI, apontado por Herreid (1994), é que as narrativas podem ser elaboradas de duas formas. A primeira seria utilizar materiais pré-existentes como fontes de inspiração (filmes, notícias, reportagens, entre outros). Outra forma seria elaborar as histórias a partir das próprias experiências dos alunos e da criatividade do professor, como destacado por Francisco (2022).

Na literatura nacional, como já mencionado, destacam-se as autoras Sá e Queiroz (2009), que vêm utilizando essa estratégia didática há vários anos e inclusive produziram um website para a divulgação de CI produzidos por seu grupo de pesquisa. Interessante destacar que o grupo de pesquisa das autoras utiliza como fonte de inspiração para elaboração dos CI diversos materiais de ampla divulgação, por exemplo, pesquisas publicadas na revista “Pesquisa FAPESP”. Mediante o uso de TDC de ampla veiculação, as autoras partem de pesquisas com relevância e impacto social para a realização de atividades inovadoras no ensino da graduação.

A elaboração do CI “Ameaça nos Laranjais”⁴, por exemplo, foi pautada em informações contidas na reportagem “Risco de Enfarto nos Laranjais”, publicada no n. 85 da revista. Assim, foram estruturados de modo que apresentassem em seu contexto questões sociais, ambientais, econômicas e/ou éticas, com o intuito de estimular no aluno a capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real e de argumentar a favor destas decisões.

Todavia, essas iniciativas não partem necessariamente da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão como princípio de estruturação e propósito de investigação. Como destacado por Moita e Andrade (2009), grande parte das ações acaba por atuar em apenas uma dimensão ou na interface entre duas dimensões do tripé constitucional de estruturação das universidades públicas.

⁴ <http://www.gpeqsc.com.br/casos/arquivos/colecao/colcaso01.pdf>

Pode-se dizer que essas ações primam, por exemplo, pela relação dual entre ensino e pesquisa. Ao não focar explicitamente na dimensão da extensão, há certa limitação da compreensão ético-político-social quando não se pensa na sociedade como destinatário final desse saber científico, como criticado por Moita e Andrade (2009).

Cabe destacar, novamente, a importância do desenvolvimento de projetos e processos internos sistematizados para a divulgação mais ampla e efetiva de produções científicas das universidades como uma forma de valorização e disseminação do trabalho científico produzido por ações locais, as quais, muitas vezes, não alcançam grandes veículos de comunicação.

Nesse sentido, é possível apontar que a proposta do presente trabalho foi aprimorar a *expertise* desenvolvida ao longo dos anos pelas autoras em termos do uso de materiais de DC de ampla divulgação para ampliar o desenvolvimento de mecanismos de divulgação das produções no âmbito interno das universidades e que, por muitas vezes, acabam não alcançando nem mesmo sua própria comunidade universitária.

No próximo capítulo, apresentamos a proposta do *design*, explicitando as inter-relações entre ensino, pesquisa e extensão, a partir da integração entre a pesquisa científica, TDC e CI no ensino da graduação em Química.

CAPÍTULO 3: A PROPOSTA DO DESIGN

Nos Capítulos anteriores, apresentamos e discutimos, com base na literatura especializada, os princípios teóricos fundamentais da DC como possibilidade de atividade extensionista e dos CI como uma importante estratégia inovadora para o ensino da graduação.

Em relação à dimensão da pesquisa, selecionamos um trabalho desenvolvido por um grupo de pesquisa do IQCAR denominado *Applied MOFs*. Vale salientar que o grupo há anos vem investigando as redes metalorgânicas, do inglês, *Metal-Organic Frameworks* (MOFs). As MOFs são polímeros de coordenação, formadas por unidades primárias de construção, constituídas por íons metálicos e ligantes orgânicos polidentados que interagem por meio de ligações de coordenação. Uma característica primordial dessa classe de materiais é a porosidade, que faz com que os materiais apresentem grande área superficial e grande poder de absorção de pequenas moléculas ou íons em seu interior, o que tem feito com que muitos pesquisadores investiguem diversas aplicações para as MOFs, incluindo armazenamento e separação de gases, sensores, catálise e materiais funcionais. (ROBIN; FROM, 2006; PETTINARI *et al.*, 2016).

A pesquisa, em particular, foi desenvolvida por aluno de Iniciação Científica (IC) e propõe a síntese, caracterização e aplicação forense de uma MOF luminescente. Para isso, o autor propôs uma síntese de MOFs utilizando íons lantanídeos, que são responsáveis pelo fenômeno da luminescência e, posteriormente, realiza a caracterização da MOF, avaliando as propriedades fotoluminescentes e a textura dos sólidos de coordenação porosos obtidos. Por fim, o estudante investigou as potenciais aplicações do material produzido como marcador óptico para antifalsificação de cédulas de dinheiro (VERRUMA, 2020).

Neste ponto, conseguimos apresentar e relacionar os três eixos os quais nos propusemos inter-relacionar: pesquisa sobre MOFs luminescentes; TDC e CI. Diante disso, tecemos algumas aproximações entre os três eixos sob a óptica do princípio da indissociabilidade.

Dois aspectos importantes devem ser considerados. O primeiro é que a pesquisa, em particular, traz importantes contribuições tanto para a área da Química Inorgânica quanto para a Química Forense. Pensando sob a óptica da grande área da comunicação científica, podemos refletir que, uma vez gerados os conhecimentos da

pesquisa, este conhecimento passa por um movimento de comunicação horizontal, denominado por Bueno (1985) de disseminação científica. Nesse momento, os conhecimentos são debatidos e lapidados por outros especialistas e, posteriormente, validados na área. O grande problema é que a comunicação desses conhecimentos acaba se restringindo à comunicação horizontal. A comunicação vertical, para os outros setores da população, muitas vezes, não ocorre.

Outro aspecto importante é que, normalmente em cursos de Química, os polímeros de coordenação, em particular, são abordados durante a disciplina de Química Inorgânica. Podemos dizer que esses conteúdos, assim como outros da Química, em muitos casos, acabam sendo desvinculados das pesquisas que são desenvolvidas dentro da própria universidade e apresentados de forma meramente formalista e livresca. Isto significa reafirmar que, muitas vezes, os estudantes de graduação não conhecem as produções científicas que são feitas dentro do seu próprio ambiente acadêmico. Isso se agrava ao refletir sob a perspectiva do ensino tradicional, que acaba desestimulando o caráter investigativo dos estudantes.

Em relação ao primeiro aspecto levantado, a literatura especializada tem apontado, ao longo dos anos, a importância da DC no processo de comunicação e veiculação de informações científicas para o público leigo, não especialista. Nos dias atuais, como discutido, divulgar a ciência se mostra ainda mais relevante e necessário no combate aos movimentos negacionistas e obscurantistas⁵. Há uma grande importância do grande público da sociedade não somente conhecer e compreender a ciência, mas também entender como e por quem ela é feita dentro das universidades. Dessa forma, podemos pensar que a DC, desde que bem fundamentada teórica e metodologicamente, seja um caminho interessante, ainda que se tenha muito a percorrer, para a valorização da ciência pela sociedade em geral.

Contudo, dominar os conhecimentos científicos envolvidos na pesquisa científica, em particular, de redes metalorgânicas luminescentes, não é suficiente para divulgar esse conhecimento científico ao grande público. Os TDC, por exemplo, apresentam uma série de características específicas de um gênero textual discursivo. Produzir um TDC, portanto, pressupõe compreender todos os aspectos estruturais,

⁵ Entende-se movimentos negacionistas e obscurantistas como aqueles em que há a recusa em aceitar e admitir o conhecimento científico, em que se adotam estratégias de comunicação para deixar as pessoas confusas, maquiando a realidade com informações que não podem ser comprovadas cientificamente.

linguísticos e conceituais envolvidos nesse gênero. Consequentemente, esse processo, de natureza extensionista, se inter-relaciona tanto com a pesquisa que se pretende divulgar quanto com o próprio processo de ensino, uma vez que divulgar a ciência não é algo intuitivo ou inerente a todo e qualquer cientista.

Assim como discutido anteriormente pela literatura especializada da área, admitimos a DC como um gênero discursivo, que apresenta condições de produção distintas do discurso puramente científico. Isto significa dizer que uma boa e ampla formação acadêmica não é suficiente para que um cientista se torne apto para divulgar a ciência. Além disso, Massarani e Moreira (2020) chamam atenção para a importância de melhorar a formação dos cientistas brasileiros, valorizando atividades que envolvam a divulgação da ciência. Os autores apontam a importância, principalmente, do envolvimento de alunos de graduação e pós-graduação em iniciativas que envolvam a comunicação pública de C&T e do aumento da valorização e incentivo para essas atividades.

Em relação ao segundo aspecto levantado, relacionado ao ensino dos conhecimentos químicos envolvidos na pesquisa científica, podemos pensar no uso de CI como uma alternativa interessante às aulas puramente expositivas. Nessa dimensão do ensino, o próprio processo de elaboração de um CI pode ser potencial para a melhoria da formação dos estudantes da graduação, uma vez que as narrativas demandam uma série de características, bem exploradas pela literatura especializada. Além da criatividade, para escrever um CI é necessário aprofundamento e atualização científica, pois uma das características cruciais para a elaboração de uma boa história é ser atual e relevante para o leitor.

Uma estratégia que já tem sido utilizada na literatura nacional é a elaboração dos CI utilizando como fontes de inspiração pesquisas veiculadas em grandes canais de comunicação. Dessa forma, garante-se o caráter atual das narrativas, podendo aumentar a relevância da história para o aluno leitor, bem como despertando seu interesse para a resolução do problema ali posto. É interessante notar que a estratégia de elaborar CI pautados em pesquisas veiculadas em grandes revistas e canais de comunicação pode ser potencial para promover a integração entre ensino, pesquisa e extensão. Além disso, esse processo poderia ser aprimorado de maneira a viabilizar a divulgar e o aprendizado de conhecimentos referentes a pesquisas científicas produzidas por grupos locais da universidade, que muitas vezes acabam não alcançando os grandes veículos de comunicação.

Tendo em vista os problemas e motivações discutidos até aqui, nos deparamos com o seguinte questionamento: como materializar uma pesquisa científica aplicada, da área de Química Inorgânica, em documentos que possam cumprir outras funções e alcançar outros públicos-alvo?

Com base na delimitação do referencial teórico sobre DC e CI e as aproximações com o ensino, pesquisa e extensão realizadas no Capítulo 2, o questionamento foi aprimorado e subdividido em outras duas questões: como transformar uma pesquisa científica pura e aplicada em TDC, com todas as características e fundamentações indicadas pela literatura especializada? e, depois, como transformar esses TDC em CI, que apresentem todas as características e potencialidades pedagógicas para o ensino de graduação?

Tendo em vista esses questionamentos, a proposta da presente pesquisa envolveu o desenvolvimento de um *design* para implementação de atividades que resultaram na produção de TDC e CI sobre a pesquisa científica de MOFs, desenvolvida por um grupo de pesquisadores do próprio IQCAR. A perspectiva é que, além da expansão desses conhecimentos ao público externo da universidade, com uma linguagem acessível e contextualizada próprias do discurso da DC, também possa retornar impactos inovadores ao próprio ensino de graduação, com práticas relacionadas ao uso de CI.

Vale mencionar que o desenvolvimento do *design*, tanto o planejamento quanto a implementação foi realizado por uma equipe de trabalho multidisciplinar, envolvendo três grupos atuantes dentro da instituição. Além disso, a implementação das atividades propostas pelo *design* ocorreu no contexto do grupo Programa de Educação Tutorial (PET-Química) pertencente à universidade. Essas informações foram mais detalhadas no Capítulo 4, intitulado “desenvolvimento da solução”.

É fundamental destacar que, em função dos objetivos de pesquisa, bem como da delimitação de tempo imposta a uma pesquisa em nível de mestrado, a presente pesquisa se restringiu ao processo de planejamento, implementação e análise de apenas um ciclo de *design*. Os resultados gerados a partir dessa pesquisa poderão permitir que o ciclo seja reiniciado e dê prosseguimento em pesquisas futuras.

Além disso, os produtos gerados pela implementação do *design*, ou seja, os TDC e CI produzidos, se ramificaram em diferentes perspectivas futuras de continuidade dentro dos próprios grupos envolvidos na equipe de trabalho, ou seja, os

materiais elaborados como produto final do *design* ainda irão gerar iniciativas norteadas pelo princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Um ponto fundamental que merece ser destacado é a importância dos CI para a inovação do próprio ensino de graduação. Como mencionado, a presente pesquisa se ramifica em diversas possibilidades de continuidade e um dos CI elaborados no contexto da implementação do *design* será futuramente implementado em uma sala de aula de graduação do próprio instituto. Assim, podemos dizer que, além das melhorias na própria formação dos discentes, os impactos da pesquisa também poderão alcançar as próprias turmas de graduação, a partir da inovação e melhorias nas práticas pedagógicas do docente universitário, que tem sido historicamente tradicional.

Dessa forma, podemos refletir sob a óptica do princípio norteador da indissociabilidade, a partir das inter-relações entre uma pesquisa científica, TDC e CI. Para o desenvolvimento do *design*, utilizamos como inspiração os princípios teóricos e metodológicos do desenho de pesquisa baseada em *design*, que foi melhor detalhado no Capítulo 4. Entretanto, vale adiantar que, diferente das pesquisas convencionais da área, as pesquisas baseadas em *design* apresentam como foco de interesse não só o produto final gerado, mas também o processo como um todo e suas inter-relações a fim de buscar melhorias para o *design* como um todo.

Nesse sentido, além do próprio desenvolvimento do *design* (planejamento e implementação), buscamos investigar neste trabalho as inter-relações entre os elementos de ensino, pesquisa e extensão que puderam ser evidenciadas ao longo do processo e nos produtos finais. Essas investigações permitiram, por fim, avaliar e propor a evolução do *design* por meio de uma proposta de *redesign*.

Na próxima subseção, apresentamos os objetivos geral e específico do presente trabalho.

3.1 Objetivos e questões de pesquisa

Com base na relevância, premência e atualidade das discussões realizadas sobre o princípio da indissociabilidade, a importância de divulgar a ciência e a necessidade de inovar o ensino de Química da graduação, esta pesquisa teve como objetivo geral:

Investigar as inter-relações entre as dimensões do ensino, da pesquisa e da extensão na implementação de um design pautado na produção de TDC e CI sobre MOFs luminescentes.

Como desdobramento do objetivo geral e como forma de operacionalizar o processo de coleta e análise dos dados, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver um *design* que envolva processos otimizados para a elaboração de TDC e CI inspirados em uma pesquisa científica produzida no IQCAr no contexto do PET-Química;
- Identificar as percepções dos petianos acerca do processo de implementação do *design*.
- Analisar as características dos TDC e CI produzidos pelos petianos ao final do *design*;
- Avaliar o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão a partir das inter-relações entre processo e produto do *design*.

Diante disso, a pergunta que orientou esta pesquisa foi:

Como se dão as inter-relações entre as dimensões de ensino, de pesquisa e de extensão na implementação de um design pautados na elaboração de TDC e CI sobre MOFs luminescentes?

De forma análoga, propusemos as seguintes questões específicas:

- Como desenvolver um *design* que envolva processos otimizados para a elaboração de TDC e CI inspirados em uma pesquisa científica produzida no IQCAr no contexto do PET-Química?
- Quais são as percepções dos petianos acerca do processo de implementação do *design*?
- Que características apresentam os TDC e CI produzidos petianos ao final do *design*?
- De que forma o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foi concebido nas inter-relações entre processo e produto do *design*?

CAPÍTULO 4: DESENVOLVIMENTO DO *DESIGN*

Como desenvolver um design que envolva processos otimizados para a elaboração de TDC e CI inspirados em uma pesquisa científica produzida no IQCAr no contexto do PET-Química?

Neste capítulo, buscamos fundamentar o presente trabalho como uma pesquisa inspirada nos princípios metodológicos da pesquisa baseada em *design*, do inglês, *design-based research* (DBR). Posteriormente, apresentamos a caracterização do contexto, no qual a pesquisa está inserida, e da equipe de trabalho envolvida no desenvolvimento do *design*. Além disso, apresentamos um esquema básico da estrutura do projeto, resultado da etapa de planejamento com a equipe e, posteriormente, a descrição da implementação do *design* no contexto PET-Química, bem como as fontes, os instrumentos e os procedimentos de coleta e análise dos dados.

4.1 Desenho da pesquisa: a *Design-Based Research*

Como anteriormente argumentado, o grande desafio das universidades tem sido o desenvolvimento de iniciativas que tomem ensino, pesquisa e extensão como dimensões indissociáveis e se proponham a investigar as relações entre elas de forma sistematizada. Pensando no desenvolvimento de processos otimizados que visam integrar ensino, pesquisa e extensão por meio de uma pesquisa científica, TDC e CI, optamos nesta investigação pela utilização dos procedimentos inspirados na DBR.

Kneubil e Pietrocola (2017, p. 2) definem a DBR “como uma pesquisa que combina empiricamente a pesquisa educacional teórica com ambientes de aprendizagem, sendo uma metodologia importante para a compreensão de como, quando e por que inovações educacionais funcionam (ou não) na prática”. A DBR é compreendida pelos autores como sendo uma espécie de teoria sobre a metodologia e que contribui na organização de forma coerente do movimento de levar uma inovação curricular e/ou pedagógica para a sala de aula.

Sendo assim, uma característica fundamental da DBR é estar situada em um contexto educacional real. Essa característica confere validade e aplicabilidade à metodologia, uma vez que os resultados gerados podem ser usados para avaliar, informar e melhorar a prática naquele e também em outros possíveis contextos (ANDERSON; SHATTUCK, 2012).

Justamente por ter a função de organizar o processo, a DBR gerencia desde a ideia de inovação e criação até, de fato, sua implementação em um contexto real. A

tarefa de criação de um *design* e sua implementação devem ser processos colaborativos entre pesquisadores. Para isso, o problema encontrado do contexto real deve ser avaliado, para que o *design* possa ser projetado de forma a superá-lo ou criar um aperfeiçoamento da prática real (ANDERSON; SHATTUCK, 2012).

Para tal finalidade, torna-se fundamental a análise do processo por completo e não somente do produto final da intervenção, uma vez que as informações retiradas do processo fornecerão subsídios e poderão ser incorporadas para seu próprio aprimoramento (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017).

A metodologia visa a articulação entre a pesquisa educacional teórica e prática, compreendendo que o *design* de uma intervenção e suas características específicas como objetivos de pesquisa podem explicar, de forma robusta, as práticas inovadoras, além de fornecer princípios que podem ser utilizados por outros, sendo aplicáveis a novos contextos (DBR-COLLECTIVE, 2003).

Em função de possuir um caráter intervencionista, a DBR permite uma interação entre teoria e prática, de maneira a contribuir em ambas as dimensões em conjunto (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017). Sendo assim, o princípio dessa metodologia de pesquisa está voltado para um processo constante de gerar e validar princípios teóricos por meio da aplicação em contextos reais de ensino, tendo os profissionais da educação do contexto investigado como membros indispensáveis da equipe de pesquisa (PESSANHA, 2017).

Esses princípios teóricos, também chamados de princípios de *design*, compreendem a dimensão teórica do conhecimento que podem estar associados a aspectos da aprendizagem ou a uma teoria cognitivista, à análise epistemológica de um conteúdo específico, a teorias socioculturais, questões éticas e/ou morais ou até mesmo a conhecimentos didáticos revelados por pesquisas (PESSANHA, 2017).

Um aspecto importante é salientado por Anderson e Shattuck (2012) ao afirmar que:

Esses princípios não são projetados para criar princípios descontextualizados ou grandes teorias que funcionem com igual efeito em todos os contextos. Em vez disso, os princípios de *design* refletem as condições em que operam. Essas ferramentas e modelos conceituais funcionam para nos ajudar a entender e ajustar tanto o contexto quanto a intervenção de forma a maximizar a aprendizagem (ANDERSON; SHATTUCK, 2012, p. 17, tradução livre⁶).

⁶ These principles are not designed to create decontextualized principles or grand theories that function with equal effect in all contexts. Rather, design principles reflect the conditions in which they operate.

De forma geral, os princípios de *design* nortearão o processo de produção, implementação e avaliação do *design*, funcionando como pilares apoiados em uma ou mais teorias (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017). Além dos princípios teóricos, o processo de *design* deve ser fundamentado em informações concretas e reais, de natureza prática, tendo em vista a importância de se adequar o produto final a um dado contexto real (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017). A Figura 7 representa o processo, de forma geral, do desenho de pesquisa da DBR.

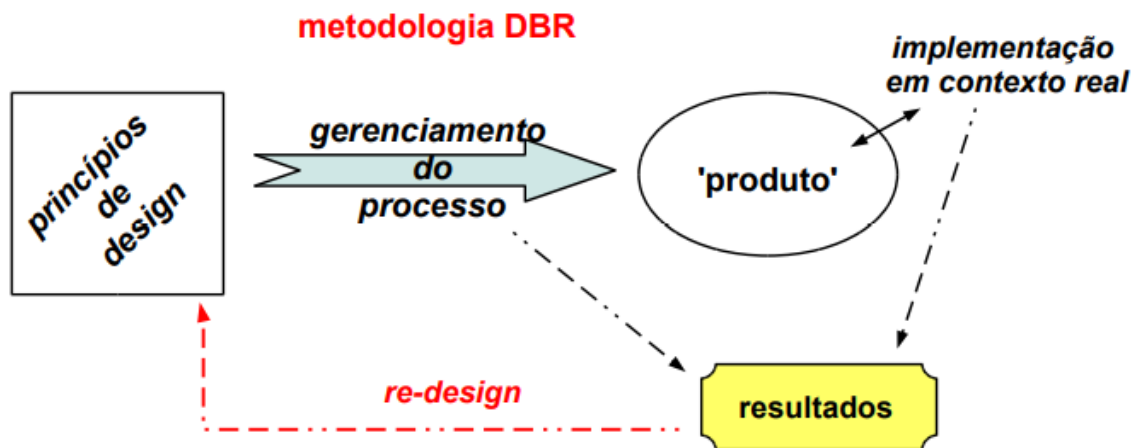


Figura 7. Representação da metodologia DBR.
Fonte: Kneubil e Pietrocola (2017, p. 3).

Como é possível observar, uma particularidade da DBR é o desenvolvimento didático baseado em processos iterativos de *design* (planejamento), implementação, análises e *redesign* (PESSANHA, 2017), isto é, um processo que se repete diversas vezes, cujos resultados parciais obtidos em cada ciclo são fundamentais para implementação do ciclo seguinte, gerando um aperfeiçoamento do processo. Isso significa dizer que a análise sobre o processo como um todo (implementação e produto final) deve, obrigatoriamente, gerar novos conhecimentos que serão incorporados ao *design* posterior, o que torna a metodologia muito dinâmica (KNEUBIL; PIETROCOLA, 2017).

Vale salientar, novamente, que, em função do tempo previsto para a realização de uma pesquisa em nível de mestrado, foi possível concluir somente um ciclo de implementação do *design* e, por isso, podemos dizer que o presente trabalho foi inspirado pela metodologia DBR. Esperamos que os resultados gerados pela presente

pesquisa possibilitem, em pesquisas futuras, reiniciar o ciclo a partir do *redesign* aperfeiçoado.

Plomp (2013) aponta que os objetivos principais da metodologia DBR estão voltados para:

Projetar e desenvolver uma intervenção (como programas, estratégias e materiais de ensino-aprendizagem e produtos) como uma solução para um problema educacional complexo, bem como avançar nosso conhecimento sobre as características dessas intervenções e os processos para projetá-las e desenvolvê-las, ou alternativamente, para conceber e desenvolver intervenções educativas (por exemplo, processos de aprendizagem, ambientes de aprendizagem e similares) com o objetivo de desenvolver ou validar teorias (PLOMP, 2013, p. 15, tradução livre⁷).

Como indicado pelo autor, o processo da DBR se inicia com a identificação de um problema que surge de uma situação real de ensino. Com o problema bem delimitado, uma análise deve ser feita para posteriormente dar início ao processo de *design* e desenvolvimento do protótipo a ser implementado em busca da resolução do problema. Por meio de uma coleta sistemática de dados, os resultados são analisados e contribuirão para o aperfeiçoamento do protótipo, que, por sua vez, deve ser submetido a um novo ciclo de testagem, ou para o encerramento do processo. Ao final, a solução do problema pode ser generalizável ou aplicável apenas para situações particulares. Todo esse processo cíclico foi esquematizado por Plomp (2013) na Figura 8.

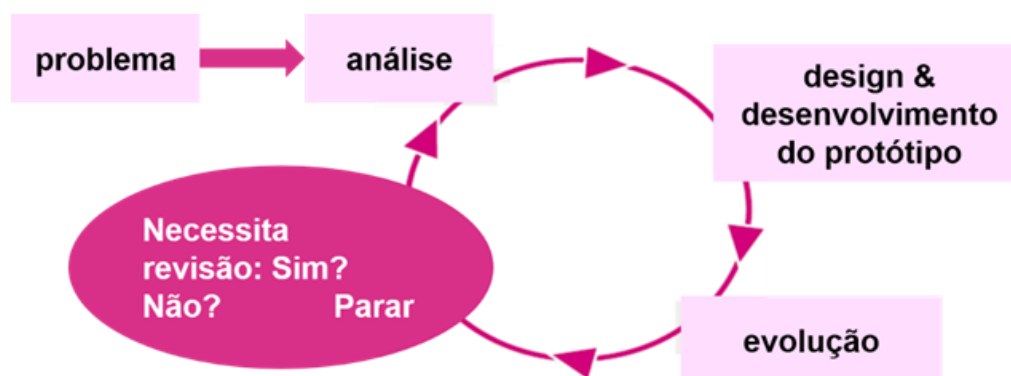


Figura 8. Interação sistemática do ciclo de design.

Fonte: PLOMP (2013, p.17, tradução livre).

Um aspecto importante da DBR, discutido por Kneubil e Pietrocola (2017), é que o processo, normalmente, é desenvolvido por uma equipe de trabalho, composta

⁷ to design and develop an intervention (such as programs, teaching-learning strategies and materials, products and systems) as a solution to a complex educational problem as well as to advance our knowledge about the characteristics of these interventions and the processes to design and develop them, or alternatively to design and develop educational interventions (about for example, learning processes, learning environments and the like) with the purpose to develop or validate theories.

por professores e pesquisadores da área. Os autores apontam que a participação de professores enriquece o processo, pois podem contribuir efetivamente a partir de fatores da sua prática diária para o aperfeiçoamento do *design*. Essa parceria deve estar presente desde a identificação do problema inicial até o planejamento da intervenção, com a definição dos princípios, bem como sua posterior análise e *redesign* (ANDERSON; SHATTUCK, 2012).

Christensen e West (2018) apontam 7 características gerais da DBR, que sintetizam as informações descritas anteriormente: I) o *design* de pesquisa deve evoluir com o tempo; II) deve ser situado em um contexto e espaço definidos; III) deve ocorrer de maneira iterativa, ou seja, deve ocorrer ciclos de pesquisa envolvendo a aplicação, revisão e reaplicação do *design* de pesquisa; IV) deve ser colaborativa, envolvendo vários pesquisadores com papéis determinados; V) deve contribuir para o aperfeiçoamento das teorias da educação; VI) deve ser prática, aumentando os conhecimentos instrucionais, de pesquisa e da prática do *design* no meio científico e não apenas em uma realidade específica; VII) deve ser produtiva, ou seja, promover resultados positivos e que apontem que o *design* alcançou os objetivos.

No documento produzido pela DBR-Collective (2003), os autores apontam algumas potencialidades da metodologia na área da educação, a saber: I) explorar possibilidades para criação de novos ambientes de ensino e aprendizagem, pois pode auxiliar os professores e pesquisadores a entender as demandas do mundo real; II) contribuir para o desenvolvimento de teorias de ensino e aprendizagem a partir das intervenções em contextos reais; III) promover avanços e consolidar o conhecimento e práticas de *design*, a partir de princípios e padrões comuns; IV) promover melhoria na capacidade de inovação, uma vez que permite aos pesquisadores e professores da equipe promover mudanças na prática a partir da construção de uma nova lente teórica, produzindo conhecimentos que podem ser generalizáveis.

Em relação ao processo da DBR, ainda não há um consenso na literatura especializada sobre os passos. Ao longo do tempo, conforme a metodologia foi sendo aprimorada, é possível observar a evolução dos modelos defendidos pela literatura. Christensen e West (2018) apresentam uma síntese de cinco principais modelos defendidos por autores especializados em DBR, conforme a Figura 9.

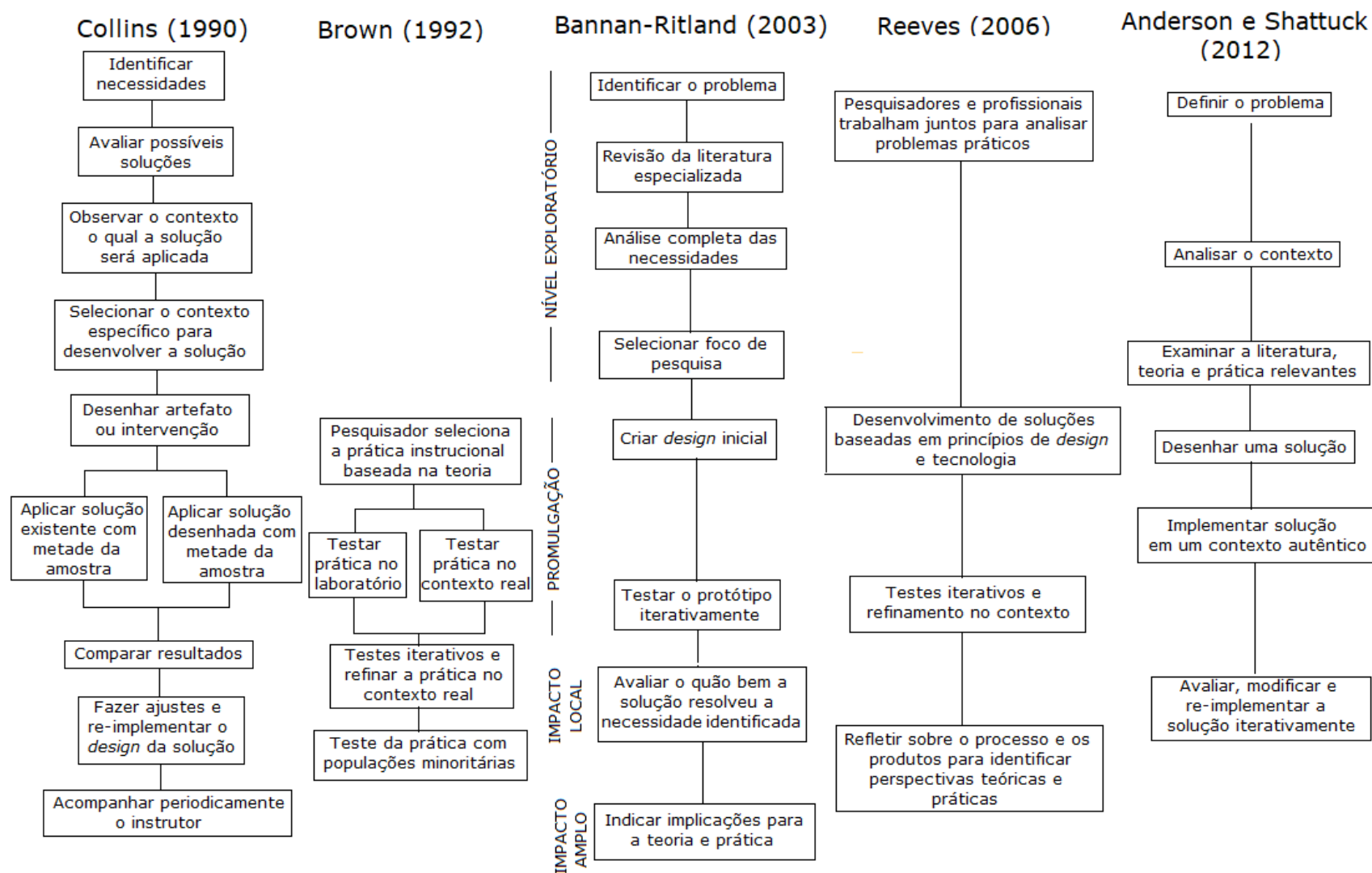


Figura 9. Modelos de processos de DBR por Collins (1990), Brown (1992), Bannan-Ritland (2003), Reeves (2006) e Anderson e Shattuck (2012).
Fonte: Christensen e West (2018), tradução livre.

Apesar de alguns estágios diferentes, os modelos apresentam alguns pontos em comum e alguns pontos de diferenciação. Alguns aspectos são evidenciados por alguns modelos, como é o caso dos modelos de Bannan-Ritland (2003) e Anderson e Shattuck (2012) que sugerem a etapa de revisão da literatura para fundamentar a análise do problema no nível exploratório. Já os modelos de Collins (1990) e Anderson e Shattuck (2012) sugerem etapas para a avaliação e observação dos contextos os quais ocorrerão a implementação do *design*.

O modelo de Collins (1990), por exemplo, apesar da descrição de vários passos, não inclui nenhum tipo de estágio iterativo ou avaliação do produto final. Isto porque o autor estava mais preocupado com o desenvolvimento da solução. Assim, o papel da pesquisa acabou sendo omitido nesse modelo. O modelo de Brown (1992) é mais restrito, pois o autor se preocupou com o desenvolvimento de intervenções educacionais focadas em populações minoritárias. Assim como Collins (1990), o autor não evidencia a avaliação da qualidade ou eficácia da intervenção e não especifica o papel da pesquisa no processo do *design*.

Bannan-Ritland (2003), no desenvolvimento de seu modelo, agrupou os processos em quatro níveis: exploratório, operacional, avaliação do impacto local e avaliação do impacto amplo. O nível exploratório consiste em passos que envolvem identificar, explorar e analisar o problema prático e as necessidades de determinado contexto, bem como delimitar o foco da pesquisa. O segundo nível é o de operacionalização, ou seja, partindo das necessidades encontradas nos passos anteriores, os pesquisadores são capazes de propor uma solução, na forma de *design*. Essa proposta de *design* será testada iterativamente e avaliada de acordo com o sucesso da intervenção para a solução do problema. Isso deverá gerar implicações tanto para a teoria quanto para a prática. Nota-se um avanço em relação aos modelos anteriores, pois agora há uma preocupação com a avaliação do processo e os impactos gerados a partir dele.

Reeves (2006) elabora um modelo mais sucinto, com apenas quatro etapas, as quais o autor julga essenciais. Iniciando com a análise dos problemas práticos, seguindo para o desenvolvimento de soluções pautadas nos princípios de *design*. Nesse modelo, o aspecto iterativo da DBR é evidenciado pela terceira etapa, gerando refinamento para a proposta de solução e, por fim, uma reflexão geral sobre o processo e o produto gerado para gerar *insights* teóricos e práticos.

O último modelo foi sintetizado por Anderson e Shattuck (2012), a partir de uma revisão de trabalhos sobre DBR encontrados na literatura. A tentativa deste modelo agregado foi unir etapas semelhantes e os autores chegaram em oito etapas principais, como mostra a Figura 9.

O modelo de etapas de Anderson e Shattuck (2012) foi adotado na presente pesquisa, em função de alguns aspectos. O primeiro é que o modelo surge a partir de uma revisão de trabalhos já consolidados na literatura e, portanto, abrange e sintetiza os principais estágios da DBR defendidos por diferentes autores. Outra justificativa para a decisão tomada se baseia no contexto concreto de realização da pesquisa e nas necessidades que foram emergindo ao longo do planejamento e implementação pela equipe de trabalho, conforme aprofundado na próxima subseção.

Diante disso, as próximas subseções apresentam a descrição e síntese de cada uma das etapas envolvidas no desenvolvimento do *design* proposto nesta pesquisa.

4.2 Etapas da DBR aplicadas à presente pesquisa

Podemos dizer que as etapas seguidas no desenvolvimento do *design* proposto neste trabalho foram inspiradas pelo modelo sintetizado por Anderson e Shattuck (2012). De acordo com este modelo agregado, as etapas de uma pesquisa DBR são: I) definição do problema; II) análise do contexto; III) investigação da literatura sobre teorias e práticas relevantes; IV) desenho de uma solução (*design*); V) implementação do *design* em um contexto autêntico; VI) avaliação, modificação e re-implementação da solução de forma iterativa.

Como discutido anteriormente, em função do tempo delimitado para a realização de uma pesquisa de mestrado e do enfoque da investigação, encerramos o ciclo com a avaliação de uma proposta de refinamento do *design*. Ainda que não tenha sido possível realizar a etapa de re-implementação, a perspectiva é que esse estágio iterativo se concretize em pesquisas futuras.

Sendo assim, iniciamos o gerenciamento da DBR com a delimitação do problema prático, o qual se pretendeu buscar uma solução em um contexto específico, que foram discutidos com mais detalhes no Capítulo 1. Na próxima subseção, apresentamos uma síntese dos problemas que motivaram o desenvolvimento do *design*.

4.2.1 Retomando o problema

No Capítulo 1 da presente dissertação, buscamos definir e discutir com mais detalhes os principais problemas e necessidades que motivaram o desenvolvimento desta pesquisa. De forma geral, podemos dizer que os problemas estão associados aos seguintes fatores:

- Ausência de ações e projetos universitários que visem integrar ensino, pesquisa e extensão de forma indissociável;
- Pouca divulgação de produções científicas rigorosas e relevantes realizadas por grupos de pesquisas internos à universidade;
- Necessidade de inovar o ensino de graduação, tendo em vista que as universidades apresentam o ensino historicamente tradicional, cujo aluno é tido como um agente meramente passivo no processo.

Compreendemos que esses problemas são muito complexos e decorrem de uma série de outras problemáticas que estão, possivelmente, fora de nosso alcance. Entendemos, também, que a solução para esses problemas não é simples e, muito menos, que esses problemas possam ser resolvidos repentinamente. No entanto, a perspectiva foi de desenvolver uma proposta de solução a nível local, isto é, que pudesse ser implementado, em um primeiro momento, como forma de procurar soluções para as necessidades específicas de um contexto específico. Do mesmo modo, os fundamentos teóricos e metodológicos da DBR possibilitaram gerar conhecimentos em dois níveis.

O primeiro nível consiste em conhecimentos sobre o próprio *design* e as intervenções realizadas, ou seja, a análise do processo e do produto final resultam em impactos tanto para a prática quanto para a teoria, gerando um aperfeiçoamento do processo e dos princípios teóricos que o fundamentaram. O segundo nível de conhecimento se relaciona aos conhecimentos que podem ser transpostos a outros contextos, ainda que com adaptações para a nova realidade.

Sendo assim, podemos pensar que os conhecimentos gerados a partir deste *design*, além dos impactos locais que foram discutidos no próximo capítulo, podem ser projetados de forma a serem incorporados por outros grupos PET e/ou por outras instituições, em diferentes contextos. O desenvolvimento de processos otimizados para a elaboração de TDC e CI e seus desdobramentos no que diz respeito ao ensino, pesquisa e extensão, poderão ser adaptados e reproduzidos em diferentes contextos.

Para esses propósitos, a nível local e amplo, consideramos o contexto de pesquisa como um espaço especial para a realização das atividades que foram propostas no *design*. A próxima subseção apresenta o grupo PET-Química, suas características, atribuições e objetivos específicos.

4.2.2 Caracterização do contexto da pesquisa: o PET-Química

De acordo com as discussões precedentes, pensar no princípio da indissociabilidade entre pesquisa, ensino e extensão envolve uma série de desafios que englobam as formas de integrar essas três dimensões. Assim, observamos a importância de se ter espaços e projetos que sejam dedicados a essa função dentro das grandes ações que as universidades promovem.

Pensando nisso, destaca-se o Programa de Educação Tutorial (PET). O PET é direcionado a alunos regularmente matriculados em cursos de graduação orientados por um tutor, em busca do desenvolvimento de atividades norteadas pelo princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (BRASIL, 2005). O PET é atualmente gerenciado pela Secretaria de Educação Superior, vinculada ao Ministério da Educação (MEC). Ao todo, o PET conta com 842 grupos distribuídos entre 121 instituições de ensino superior em todo o país.

No próprio site do MEC é possível encontrar o Manual de Orientações Básicas do PET⁸, que tem como objetivo orientar a dinâmica de funcionamento e principais atribuições do programa. De acordo com o documento,

O Programa é composto por grupos tutoriais de aprendizagem e busca propiciar aos alunos, sob a orientação de um professor tutor, condições para a realização de atividades extracurriculares, que complementem a sua formação acadêmica, procurando atender mais plenamente às necessidades do próprio curso de graduação e/ou ampliar e aprofundar os objetivos e os conteúdos programáticos que integram sua grade curricular. Espera-se, assim, proporcionar a melhoria da qualidade acadêmica dos cursos de graduação apoiados pelo PET (BRASIL, 2006, p. 4).

Nesse contexto, o programa foi criado com a finalidade de proporcionar aos alunos experiências que não estão presentes na estrutura curricular tradicional dos cursos de graduação, de forma a enriquecer a formação acadêmica tanto para a integração no mercado profissional quanto para o desenvolvimento de estudos em programas de pós-graduação (BRASIL, 2006). De acordo com o Manual, “o PET não

⁸http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=338-manualorientabasicas&category_slug=pet-programa-de-educacao-tutorial&Itemid=30192

visa apenas proporcionar aos bolsistas e aos alunos do curso uma gama nova e diversificada de conhecimento acadêmico, mas assume a responsabilidade de contribuir para sua melhor qualificação como pessoa humana e como membro da sociedade” (BRASIL, 2006, p. 5).

Como o próprio nome já sugere, o PET parte da concepção do método de educação tutorial, ou seja, o grupo deve, obrigatoriamente, ter a presença de um tutor, cujo papel é estimular a aprendizagem ativa dos membros. Dessa forma, pode potencializar o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, em contraposição aos métodos de memorização e recepção passiva de informações (BRASIL, 2006).

O documento do Manual de Orientações Básicas delimita três principais objetivos específicos do PET. O primeiro é formular novas estratégias de desenvolvimento e modernização do ensino superior no país.

O segundo objetivo específico é estimular a melhoria do ensino de graduação. Para atingir esse objetivo, propõe-se alguns meios (BRASIL, 2006, p. 8), tais como:

- o desenvolvimento de novas práticas e vivências pedagógicas no âmbito do curso;
- o desenvolvimento de ações pautadas pelo princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão;
- a atuação dos bolsistas como agentes multiplicadores, disseminando novas ideias e práticas entre o conjunto dos alunos do curso;
- a interação dos bolsistas do Programa com os corpos docente e discente da instituição, inclusive em nível de pós-graduação, quando for o caso;
- a participação em atividades características de programas de pós-graduação;
- o desenvolvimento de atividades que promovam o contato dos bolsistas e demais alunos do curso com a realidade social em que o grupo/curso/ou IES estejam inseridos, estimulando o desenvolvimento de uma consciência do papel do aluno/curso/IES perante a sociedade.

Por fim, o terceiro objetivo específico do programa é oferecer uma formação acadêmica de excelente nível, visando a formação de um profissional crítico e atuante, orientada pela cidadania e pela função social da educação superior. Para esse objetivo também são propostos alguns caminhos (BRASIL, 2006, p. 8), sendo eles:

- o desenvolvimento de ações coletivas e capacidade de trabalho em grupo;

- a facilitação do domínio dos processos e métodos gerais e específicos de investigação, análise e atuação da área de conhecimento acadêmico-profissional;
- o envolvimento dos bolsistas em tarefas e atividades que propiciem o aprender fazendo e refletindo sobre;
- a discussão de temas éticos, sócio-políticos, científicos e culturais relevantes para o País e/ou para o exercício profissional e para a construção da cidadania;
- a promoção da integração da formação acadêmica com a futura atividade profissional, especialmente no caso da carreira universitária, através de interação constante com o futuro ambiente profissional;
- a participação, com igual ênfase, no ensino, na pesquisa e na extensão.

Com a finalidade de ampliar a visão de mundo com responsabilidade social, as características básicas do PET incluem: I) formação acadêmica ampla, de maneira a se evitar a especialização precoce; II) atividades que integrem ensino, pesquisa e extensão; III) interdisciplinaridade; IV) atuação coletiva de membros do grupo de diferentes níveis de graduação, V) interação contínua e trocas entre estudantes e docentes do curso e de programas de pós-graduação, VI) contato tanto com a comunidade acadêmica quanto com a comunidade externa à universidade e; VII) planejamento e execução de um programa diversificado de atividades.

Com base nos princípios e diretrizes estabelecidos pelo Manual de Orientações Básicas, consideramos o PET como espaço potencial para desenvolver ações sistematizadas que visem integrar ensino, pesquisa e extensão a partir da interface entre pesquisa científica, TDC e CI. Podemos dizer que as orientações que devem nortear as ações do PET vão ao encontro dos princípios e diretrizes discutidos no Capítulo 2, tanto nos aspectos extensionistas de DC quanto nos aspectos de ensino dos CI na graduação.

No que diz respeito à DC, como foi argumentado por Massarani e Moreira (2020), uma forma de melhorar as condições e superar os desafios para sua disseminação envolve iniciativas em redes, de forma a reduzir o problema de desigualdade regional e social. Os autores apontam também para a importância do envolvimento de alunos de graduação e pós-graduação em ações desse tipo.

Nesse sentido, além do grupo ser composto por alunos de graduação, o PET possui uma capilaridade regional e nacional que viabiliza a realização de DC em rede, por exemplo, a partir da parceria com outros PET de diferentes universidades, que

poderão incorporar e adaptar o *design* proposto. Quanto aos CI, destacamos que os propósitos do PET também estão intimamente relacionados à melhoria e inovação dos cursos de graduação, assim como se propõe o uso da estratégia didática de CI nesse *design*.

Sendo assim, podemos refletir que a proposta do *design*, detalhada no Capítulo 3, apresenta potencial para dialogar com as atribuições, características e objetivos próprios do PET. Por esse motivo, justificamos a escolha desse contexto em específico para a implementação do *design* proposto pelo presente trabalho.

Além de possuir capilaridade regional e nacional, o PET consiste em uma importante política pública para garantir e estimular o princípio da indissociabilidade nas universidades. Particularmente no estado de São Paulo, há 32 grupos do PET distribuídos nas diversas unidades da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Dentre estes grupos, a presente pesquisa foi desenvolvida no contexto do PET-Química do IQCAR.

Em 2021, período em que ocorreu a implementação do *design*, o grupo PET-Química do IQCAR era composto por 18 alunos de graduação em Química, tanto do curso de bacharelado (14 alunos) quanto do curso de licenciatura (4 alunos). O tutor do grupo é professor doutor vinculado à universidade, líder do grupo de pesquisa Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ) e orientador da presente pesquisa.

É importante ressaltar que o desenvolvimento da pesquisa se deu em período da pandemia de Covid-19, isto é, todas as atividades desenvolvidas nos contextos do PET-Química foram realizadas remotamente. As reuniões do grupo acontecem normalmente duas vezes por semana, totalizando duas horas semanais.

Além disso, os petianos se dedicam às atividades em períodos fora de reunião, totalizando 20 horas de dedicação semanal ao projeto. As atividades desempenhadas durante a implementação do *design* ocorreram uma vez por semana durante o horário de reuniões. Algumas tarefas foram desempenhadas ou concluídas em casa, em horários fora das reuniões.

4.2.3 Princípios de *design*

Tendo em vista os problemas complexos que motivaram o desenvolvimento da pesquisa, o contexto específico de implementação e o referencial teórico apresentado até aqui, propusemos cinco princípios de *design*, que orientaram tanto o planejamento

do projeto quanto a sua implementação. Tais princípios foram sintetizados da seguinte forma:

- *Princípio da indissociabilidade*: compreende que ensino, pesquisa e extensão devem avançar em conjunto e a indissociabilidade deve nortear o fazer universitário para garantir uma universidade democrática, socialmente relevante e de qualidade;
- *Interdisciplinaridade*: compreende as inter-relações entre os saberes específicos de três áreas distintas: a Química, a comunicação científica e o ensino;
- *A DC como um gênero discursivo*: compreende que divulgar ciência não é uma mera simplificação do discurso original, portanto, a DC possui tema, estilo verbal e composição de um gênero discursivo próprio
- *Inovação no ensino de graduação*: compreende a necessidade de inovar no ensino de graduação, em prol de uma formação mais conectada aos novos conhecimentos produzidos na universidade e, ao mesmo tempo, aos problemas reais enfrentados em outros setores da sociedade;
- *Impacto na formação dos discentes*: compreende a atuação coletiva e colaborativa, a interação e trocas de experiências entre discentes e docentes da universidade, a formação ampla e humanista e a interação dialógica entre universidade e sociedade.

Na próxima subseção, apresentamos a equipe de trabalho envolvida no *design*.

4.2.4 Caracterização da equipe multidisciplinar

Como indicado pela literatura especializada da DBR, é fundamental que o processo de *design* seja gerenciado por uma equipe de trabalho multidisciplinar, que deve participar de todo o processo, desde o planejamento até a implementação. A importância do gerenciamento por uma equipe se justifica pelo equilíbrio entre a sabedoria do pesquisador para conduzir rigorosamente pesquisas e, por outro lado, a sabedoria de lidar com as complexidades de uma sala de aula do professor (ANDERSON; SHATTUCK, 2012).

Para o gerenciamento do *design* proposto pela presente pesquisa, realizamos uma parceria entre três grupos que atuam dentro da universidade: a Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ), a qual a presente pesquisa se insere; o

grupo de pesquisa *Applied MOFs*, vinculado ao Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica do IQCAR; grupo de ensino, pesquisa e extensão PET-Química.

A equipe de trabalho, em si, foi composta por 5 membros, sendo 2 professores doutores universitários vinculados ao IQCAR (um líder do grupo RIPEQ, tutor do PET-Química e orientador da presente pesquisa; uma líder do grupo *Applied MOFs* e orientadora da pesquisa científica sobre MOF), 2 alunos de graduação em Química (um membro do PET-Química e aluno de IC da RIPEQ; um aluno de IC do grupo *Applied MOFs*, que desenvolveu a pesquisa científica sobre MOF) e 1 mestranda do programa de pós-graduação da mesma instituição (pesquisadora responsável do presente trabalho). A Figura 10 apresenta um esquema que representa a parceria entre os grupos envolvidos e os membros da equipe.



Figura 10. Equipe de trabalho multidisciplinar envolvida no gerenciamento do design.

Fonte: elaboração própria.

Destacamos, ainda, que a participação de todos os membros da equipe permitiu um equilíbrio na inter-relação dos diferentes saberes envolvidos para o planejamento e implementação do *design*. A professora orientadora, Profa. Dra. Regina Célia Galvão Frem, por exemplo, é líder do grupo *Applied MOFs* e há anos investiga essa classe de materiais, além de lecionar a disciplina de Química Inorgânica na graduação, cujos conceitos de polímeros de coordenação são previstos na estrutura curricular.

O aluno de IC do grupo *Applied MOFs*, Olavo Verruma, realizou iniciação científica no grupo durante 5 anos e, foi o pesquisador responsável pela pesquisa

inspiradora sobre MOFs luminescentes. Inclusive, vale mencionar que a pesquisa inspiradora foi premiada em 1º lugar no Congresso de Iniciação Científica (CIC) da UNESP no ano de 2020.

Destacamos a importância da colaboração desses membros, principalmente em relação ao conhecimento químico envolvido na pesquisa, que foi materializado pelos petianos na forma de TDC e, depois, CI. O suporte foi fundamental para o esclarecimento de dúvidas e o aprofundamento acerca da temática, uma vez que ambos possuem um vasto conhecimento e experiência no assunto, além do domínio dos procedimentos metodológicos envolvidos na pesquisa.

Outro ponto crucial foi a presença de um petiano na equipe. O aluno de IC da RIPEQ, Leonardo Lima e Silva, já fazia parte do PET há 4 anos e sua colaboração foi de extrema importância, em especial na etapa de planejamento das atividades, uma vez que o petiano já conhecia as dinâmicas e o funcionamento interno do grupo.

Vale mencionar outro desdobramento do *design* proposto. Os alunos de graduação da equipe desenvolveram pesquisas que envolvem a elaboração de TDC e CI, respectivamente, como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (SILVA, 2022; VERRUMA, 2022), de forma complementar ao desenvolvimento do *design* com o PET-Química.

4.2.5 Esquema básico do *design*: estruturação das atividades do projeto

Após a ampla revisão da literatura, o aprofundamento nos fundamentos teóricos e metodológicos acerca da pesquisa desenvolvida sobre MOFs, de TDC e CI, bem como a delimitação dos princípios de *design*, a próxima etapa consistiu no planejamento do projeto que foi, posteriormente, implementado no contexto do PET-Química. Nesse momento, foram realizadas reuniões de trabalho antecipadamente com os membros da equipe para o planejamento e discussão da proposta de atividades do projeto. A participação e o envolvimento dos membros da equipe de trabalho foram fundamentais no processo de planejamento das atividades.

A estruturação das atividades foi inspirada pelo trabalho de Sotério e Queiroz (2020), que desenvolveram um curso de Comunicação Pública da Ciência (CPC) gratuito para alunos de um curso de bacharelado em Química. O objetivo do curso desenvolvido pelas autoras foi abordar temas relativos à área, como forma de favorecer e fomentar as discussões sobre as formas de CPC, com enfoque em TDC, e os elementos que os caracterizam (SOTÉRIO; QUEIROZ, 2020).

Pensando nisso, utilizamos como base a sequência das atividades propostas no curso e adaptamos para a realidade do PET-Química e para os objetivos específicos aos quais nos propusemos.

Vale salientar que nos momentos de planejamento das atividades do *design*, um aspecto relevante a ser considerado foi o contexto de pandemia do coronavírus. Em função do distanciamento social, as atividades ocorreram de forma *on-line*. Para não perder o caráter da interação social entre os membros do grupo PET-Química, optamos por desenvolver as atividades de forma síncrona utilizando a plataforma *Google Meet*, a qual os petianos já estavam familiarizados.

As reuniões de planejamento entre a equipe de trabalho também ocorreram via *Google Meet*, em que as atividades foram pensadas e adaptadas de acordo com o contexto real e as necessidades do grupo PET-Química. Além disso, as atividades foram estruturadas em consonância com os objetivos estabelecidos pela proposta do *design*.

Como a proposta envolveu a elaboração de textos sobre uma pesquisa científica desenvolvida no IQCAR, compreendemos que seja fundamental o aprofundamento nos conhecimentos teóricos e práticos que envolvem a pesquisa em questão. Pensando nisso, a primeira etapa do projeto se constituiu em atividades com enfoque nos conceitos químicos de MOF, tais como estrutura, propriedades e aplicações.

A justificativa para esse primeiro momento formativo foi com o intuito de estabelecer uma base para o desenvolvimento das atividades posteriores, uma vez que esses conhecimentos envolvidos na pesquisa científica inspiradora deveriam se materializar em documentos que cumprem diferentes propósitos, os TDC e CI.

Após os estudos e aprofundamentos sobre os conhecimentos químicos envolvidos na pesquisa científica, o próximo ciclo envolveu a elaboração de TDC. Nesse momento, um ponto fundamental levado em consideração foi de que somente uma boa formação e uma boa capacidade de comunicação não são suficientes para realizar uma boa divulgação científica (NUNES; QUEIROZ, 2020). Como discutido anteriormente, divulgar a ciência envolve uma série de fundamentos e características, que há tempos vêm sendo defendido pela literatura especializada. Diante disso, dedicamos a segunda etapa do projeto para o aprofundamento dos conceitos e fundamentos da DC, com enfoque em TDC e, por fim, na elaboração dos textos, propriamente dita.

Após a elaboração, a proposta foi de que os TDC pudessem dar subsídios para a elaboração de CI, com enfoque no ensino dos conceitos químicos na graduação. Do mesmo modo, a escrita de um CI pressupõe o aprofundamento nos aspectos teóricos e metodológicos da estratégia didática. Para isso, a terceira e última etapa do projeto foi dedicada para o estudo e aprofundamento em CI e, posteriormente, a elaboração dos mesmos.

Dessa forma, a Figura 11 apresenta a estrutura didática do projeto, a qual se configura como o resultado da etapa de planejamento do *design*, desenvolvida pela equipe de trabalho. Destacamos, ainda, que esse projeto estruturado foi, posteriormente, implementado no PET-Química e que, em função da escolha do recorte, o lócus de coleta de dados foi, portanto, o espaço restrito de implementação.

De forma geral, a proposta do projeto se materializou em três grandes etapas: I) estudos e aprofundamentos sobre a pesquisa científica; II) estudos e elaboração dos TDC; III) estudos e elaboração dos CI. Cada uma das etapas envolveu uma série de atividades-chave, sintetizadas na Figura 11.

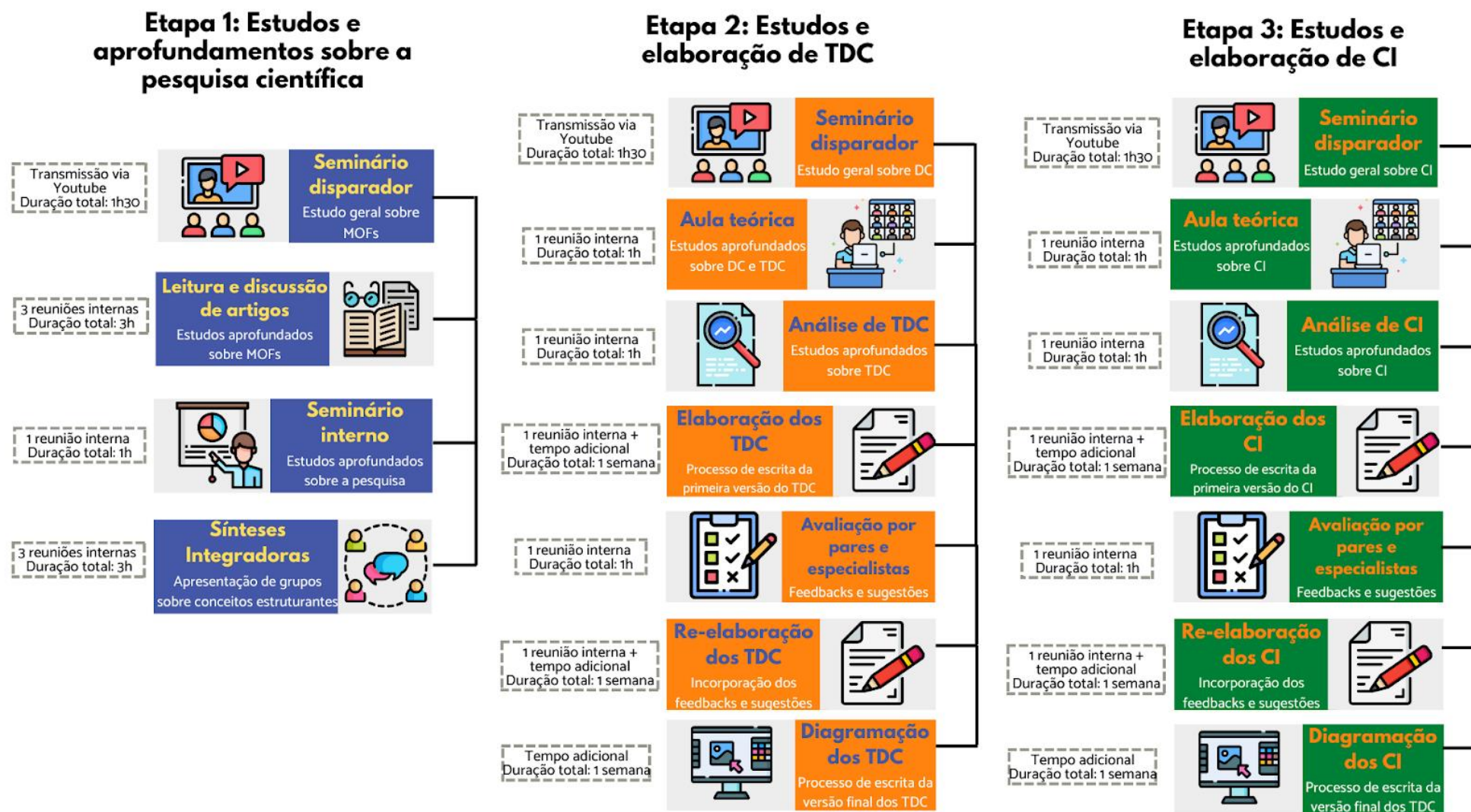


Figura 11. Esquema básico da estrutura didática das ações do projeto de *design*.

Fonte: elaboração própria.

4.2.6 Descrição da implementação do projeto no contexto PET-Química

O delineamento das atividades-chave do projeto nos permitiu dar início à etapa de implementação do *design* em um contexto previamente selecionado, o PET-Química do IQCAr. Inicialmente, realizamos uma apresentação da equipe de trabalho e do projeto em si, bem como os objetivos e intenções.

Após as apresentações iniciais, iniciamos a Etapa 1, que consistiu em quatro atividades: I) seminário disparador; II) leitura e discussão de artigos; III) apresentação da pesquisa; IV) sínteses integrativas.

A primeira atividade foi intitulada *seminário disparador*. O grupo PET-Química desenvolve há anos a iniciativa “Ciclo de Seminários com Docentes”⁹, organizada pelos próprios petianos. Conforme descrito no *site* do grupo, o objetivo principal da atividade é divulgar pesquisas que são realizadas por docentes que atuam no instituto, incentivando o envolvimento de alunos de graduação em pesquisas científicas.

Tendo em vista o escopo e as potencialidades dessa iniciativa, optamos por iniciar a etapa de estudos e aprofundamentos dos conceitos científicos de MOF com um seminário disparador, dentro da perspectiva do “Ciclo de Seminários com Docente”.

Para tal finalidade, os petianos organizaram o evento, em parceria com a RIPEQ, que ocorreu de forma *on-line*, com transmissão simultânea para o canal do PET-Química no *Youtube*. O seminário intitulado “Redes Metalorgânicas ou MOFs: uma nova classe de materiais porosos” teve duração de aproximadamente 1 hora e meia. A docente convidada para a palestra foi a professora líder do grupo *Applied MOFs*. O objetivo principal da palestra foi a apresentação da temática de MOFs, suas características gerais e aplicações, bem como a apresentação das pesquisas realizadas pelo grupo de pesquisa.

Vale ressaltar que, durante a transmissão, o *chat* ficou aberto e os espectadores enviaram dúvidas e comentários, que foram respondidos pela professora ao final da apresentação. O evento foi amplamente divulgado aos docentes e discentes do IQCAr e foram entregues certificados, produzidos pelos petianos e assinado pelo tutor.

⁹ <https://www.iq.unesp.br/#!/ensino/pet/atividades/seminario-com-docentes/>



Figura 12. Atividade de seminário disparador sobre Redes Metalorgânicas, transmitido via Youtube. **Fonte:** retirado do canal do Youtube do grupo PET-Química.

A próxima atividade, de estudos aprofundados, consistiu em dois momentos. O primeiro foi a leitura e discussão de artigos científicos previamente selecionados pela equipe de trabalho. Tais artigos envolviam a temática central de MOFs luminescentes (GALAÇO; LIMA; SERRA, 2018; ARROYOS; FREM, 2020; LUZ *et al.*, 2015). Durante as reuniões, os grupos foram divididos em salas temáticas para discussão e formulação de perguntas sobre os artigos. Ao final da reunião, as dúvidas foram sanadas pelo integrante da equipe responsável pelo desenvolvimento da pesquisa sobre MOFs luminescentes. Vale mencionar que dois dos artigos selecionados são escritos na língua inglesa e, em função disso, os petianos foram divididos de forma com que cada grupo fosse composto por membros que dominam a língua e outros que apresentam menos compreensão de leitura em inglês.

A leitura e discussão dos artigos foi realizada em 3 reuniões consecutivas, de uma hora cada. Na reunião seguinte, o integrante da equipe, responsável pela pesquisa, realizou uma apresentação mais detalhada da sua pesquisa, abordando tópicos relacionados ao assunto de MOFs, luminescência e aplicação na Química forense. Ao final, os petianos puderam esclarecer as dúvidas remanescentes, a fim

de buscar uma melhor compreensão dos conceitos teóricos e técnicas envolvidas na pesquisa.



Figura 13. Apresentação interna do aluno IC-Applied MOFs sobre sua pesquisa.

Fonte: banco de dados da pesquisa.

Para finalizar a etapa de estudos e aprofundamentos sobre a pesquisa, realizamos a última atividade, intitulada *síntese integradora*. Essa atividade consistiu na divisão dos petianos em três grupos, sendo que cada grupo ficou responsável por preparar uma apresentação para o restante dos membros. Os temas da apresentação foram: I) introdução de MOFs: conceito, propriedades e características; II) síntese e caracterização de MOFs; III) aplicações das MOFs. Ao todo, as apresentações ocorreram em três reuniões, uma para cada tema.

Após as apresentações de cada grupo, realizamos uma sessão de dúvidas e comentários sobre o exposto, incluindo correções de alguns conceitos ou técnicas que poderiam ter sido explicadas de forma equivocada.

O principal objetivo dessa atividade foi fornecer uma base mais sólida para os petianos sobre a temática, isto é, a perspectiva foi de que os alunos pudessem desempenhar um papel mais ativo, buscando mais informações e sintetizando-as em forma de seminários internos para o restante dos membros. Essa atividade encerrou a Etapa 1, de estudos e aprofundamentos sobre MOFs, totalizando 7 reuniões, de uma hora cada.

Na Etapa 2 realizamos estudos e aprofundamentos acerca da DC e TDC. Foram, ao todo, sete principais atividades: I) seminário disparador; II) aula teórica; III)

análise de TDC; IV) elaboração de TDC; V) avaliação por pares e por especialistas; VI) reelaboração do TDC e VII) diagramação do TDC.

A primeira atividade foi o *seminário disparador*, organizado pelos próprios petianos em parceria com a RIPEQ e a equipe de trabalho. Assim como no primeiro ciclo, o seminário foi realizado utilizando a plataforma *Google Meet* e transmitido via *Youtube* no canal do PET-Química. O evento foi amplamente divulgado no IQCAR e nas redes sociais.

Para essa atividade, convidamos a Profa. Dra. Ana Maria Navas, da Universidade de Los Andes, na Colômbia. Durante a palestra foram abordados assuntos relacionados à DC de forma mais ampla, com enfoque nos modelos de comunicação científica. Ao final da apresentação, os espectadores realizaram perguntas, que foram respondidas pela docente.

Modelo	Ênfase	Abordagem de comunicação
Déficit	Conteúdos	Transferência, popularização, via única, uma vez só
Diálogo	Contexto	Consulta, negociação, duas vias, iterativo
Participação	Conteúdo e contexto	Coprodução de conhecimentos, multidirecional, com objetivos abertos
Dissenso/conflito e ação	Conteúdo e contexto	Conhecimento distribuído, emergente de acordo à necessidade, multidirecional, com objetivos abertos

Divulgação Científica e Comunicação Pública da Ciência: uma perspectiva crítica

52 NÃO COMPARTILHAR DOWNLOAD CLIPE SALVAR

Figura 14. Atividade de seminário disparador sobre Divulgação Científica, transmitido via Youtube.
Fonte: Retirado do canal do Youtube do grupo PET-Química.

Além da proposta de divulgar diferentes pesquisas e estimular a participação de alunos de graduação em diferentes áreas, a atividade foi planejada em uma perspectiva de promover interação entre os petianos e uma docente de uma instituição diferente, que compartilhou experiências de um contexto internacional.

A segunda atividade proposta foi uma aula expositiva sobre aspectos teóricos e metodológicos da DC e de TDC. A aula teve duração de aproximadamente 50 minutos e foi ministrada por dois membros da equipe: a pesquisadora responsável e o aluno de IC da RIPEQ. Os conteúdos da aula foram divididos em quatro blocos, perpassando aspectos da definição e objetivos da DC; veículos da DC; linguagem e acessibilidade; comparação de TDC vs. artigo científico, em que foram apresentadas diferenças, na prática, entre um TDC da revista *Ciência Hoje* e um artigo publicado em uma revista científica.

Ao final do encontro, os petianos realizaram perguntas sobre o tema. Vale mencionar que a aula foi preparada previamente com base na literatura especializada, apresentada no Capítulo 3, de referencial teórico.

Posteriormente, realizamos a atividade de análise de um TDC, utilizando o instrumento de análise elaborado por Ribeiro e Kawamura (2005) e, posteriormente, adaptado por Ferreira e Queiroz (2011). De forma a operacionalizar o processo e facilitar a análise do texto, o instrumento foi organizado em um documento e disponibilizado no *Google Drive* do PET-Química (Apêndice A). Dessa forma, foi possível nortear o processo de preenchimento de cada uma das categorias analíticas propostas pelas autoras.

A perspectiva foi de que os petianos pudessem identificar e compreender, na prática, os elementos e características presentes em um TDC da revista *Ciência Hoje*. A atividade foi realizada em grupos utilizando o recurso de salas temáticas do *Google Meet* e, os petianos tiveram aproximadamente 40 minutos para realização da atividade.

Na reunião seguinte, propomos uma discussão sobre a análise do TDC, perpassando por cada uma das categorias. Utilizamos a título de gabarito as análises apresentadas na seção “material suplementar” do artigo de Ferreira e Queiroz (2011). Nesse momento, os grupos puderam expor suas análises, esclarecer dúvidas e discutir possíveis convergências e divergências das análises entre os próprios grupos e também do gabarito.

A próxima atividade prevista foi a elaboração dos TDC. Para auxiliar no processo de elaboração, utilizamos o Roteiro de Elaboração de TDC (Apêndice B), desenvolvido previamente pela equipe de trabalho como forma de operacionalizar e organizar o processo de escrita do texto. O roteiro foi desenvolvido a partir de uma síntese da literatura especializada e foi organizado em três blocos. O primeiro,

considerado como uma etapa prévia, foi denominado *decodificação textual*. Nesse momento ocorreu a seleção dos conceitos estruturantes e técnicas da pesquisa inspiradora, que deveriam ser abordados no TDC.

Como mencionado, a pesquisa inspiradora envolve uma série de conceitos e técnicas complexas. Como o objetivo dessa etapa é de divulgar essa pesquisa para um público-alvo leigo, o excesso de conceitos poderia dificultar a compreensão e envolvimento do leitor. Assim, o propósito dessa primeira parte do Roteiro foi de que os petianos pudessem delimitar somente aqueles conceitos considerados fundamentais para serem trabalhados em seus TDC.

O segundo bloco, denominado *Produção do TDC*, foi subdividido em duas partes. A primeira, *estruturação do texto: conteúdo*, consiste no planejamento e delimitação do tema geral e específico a ser tratado no TDC, bem como o tipo de abordagem e os conhecimentos prévios necessários para compreensão do texto e as informações principais que deveriam ser trabalhadas. Ademais, nessa etapa esperava-se que os petianos pudessem refletir sobre aspectos do procedimento interno da ciência e funcionamento institucional da ciência, envolvidos na pesquisa, e de que forma essas informações seriam inseridas no texto.

A segunda parte, denominada *estruturação do texto: forma*, consiste em uma série de dicas e lembretes que deveriam ser levados em consideração na organização e estruturação do texto. Esses aspectos se relacionam com a estrutura, linguagem e recursos visuais e textuais que são fundamentais para a elaboração dos textos.

No início da reunião, apresentamos e explicamos o funcionamento do roteiro aos petianos. Para a produção dos textos, os petianos puderam dar início ao processo de escrita no período da reunião e, posteriormente, finalizar a primeira versão em casa. Ao todo, foram quatro grupos e, conseqüentemente, quatro TDC produzidos.

Com a primeira versão dos TDC elaborada, realizamos a atividade de *avaliação por pares e por especialistas*. Para essa atividade, elaboramos previamente o instrumento de avaliação por pares (Apêndice C). Esse instrumento foi elaborado pela equipe com base na literatura especializada, nas categorias de análise de Ribeiro e Kawamura (2005) e nos fundamentos de um TDC.

Na avaliação por pares, o grupo 1 avaliou o TDC produzido pelo grupo 2, que por sua vez avaliou o TDC produzido pelo grupo 3 e assim por diante. A proposta foi de que cada grupo pudesse colaborar e, ao mesmo tempo, ser colaborado por outros grupos. Dessa forma, cada TDC foi avaliado por um grupo e todos os TDC foram

avaliados pelos especialistas, membros da equipe de trabalho. Adicionalmente, realizamos uma parceria com um jornalista contratado para prestar serviços ao IQCAR para realizar avaliar os textos produzidos.

Em seguida, realizamos a atividade de reelaboração dos TDC, em que os petianos puderam incorporar os *feedbacks* dados pelo grupo avaliador e pelos especialistas, elaborando uma segunda versão do TDC. Por fim, a última atividade foi a diagramação dos textos. Os petianos utilizaram a plataforma *Canva*¹⁰ para a produção da versão final dos TDC, que foram disponibilizados no *site* do IQCAR¹¹. Além disso, os textos foram arquivados no repositório da UNESP, de forma a ampliar o acesso dessas produções.

Para a Etapa 3, de estudos e elaboração de CI, seguimos a mesma proposta. Foram, ao todo, sete principais atividades: I) seminário disparador; II) aula teórica; III) análise de CI; IV) elaboração de CI; V) avaliação por pares e por especialistas; VI) reelaboração do CI e VII) diagramação do CI.

O seminário disparador, intitulado “Ensinando a partir de histórias: Trajetória dos casos investigativos na vida de um professor”, foi ministrado pelo professor doutor Welington Francisco, da Universidade Federal da Integração Latino-Americana. O professor abordou, de forma geral, aspectos importantes sobre os CI, sua origem, características e potencialidades em sala de aula. Ao longo da apresentação, os espectadores realizaram perguntas, que foram respondidas pelo palestrante.

¹⁰ <https://www.canva.com/>

¹¹ <https://www.iq.unesp.br/#!/ensino/pet/producoes/textos-de-divulgacao-cientifica/>



Figura 15. Atividade de seminário disparador sobre Casos Investigativos, transmitido via Youtube.
Fonte: Retirado do canal do Youtube do grupo PET-Qímica.

Posteriormente, em reunião interna do grupo, ocorreu a aula teórica, em que abordamos o que é e as características de um bom CI e as formas de implementação, com base na literatura especializada (discutido no Capítulo 3). Os petianos puderam esclarecer possíveis dúvidas ao final da reunião.

A terceira atividade consistiu na análise de um CI, em grupos. Para isso, elaboramos previamente um instrumento de análise de CI (Apêndice D), embasado nas características de um bom CI, defendidas pela literatura especializada. A proposta foi de que os petianos pudessem desenvolver o olhar crítico e analítico acerca dos CI, sendo capazes de identificar as características e aspectos fundamentais das narrativas.

Utilizamos um CI disponibilizado no site do grupo de pesquisa GPEQSC. As análises realizadas pelos grupos foram socializadas e discutidas coletivamente. Em seguida, iniciamos o processo de escrita dos CI e, assim como na Etapa 2, preparamos previamente um Roteiro para Elaboração de CI, fundamentado na literatura (Apêndice E).

Após a produção da primeira versão, os quatro CI passaram pela etapa de avaliação por pares e por especialistas. Para tal finalidade, utilizamos o Instrumento de Avaliação por Pares (Apêndice F), elaborado pela equipe de trabalho previamente.

As avaliações por pares foram realizadas da mesma forma da Etapa 2. Realizamos uma discussão coletiva e socialização das avaliações e, com os *feedbacks* e comentários, os grupos puderam elaborar uma segunda versão do CI. Posteriormente, os textos passaram pela etapa de diagramação, utilizando a plataforma *Canva*. As versões finais foram disponibilizados no *site* do IQCAr¹². Assim como os TDC, os CI também foram arquivados no repositório da UNESP.

Realizamos, também, um evento para lançamento dos TDC. O evento foi transmitido via *Youtube* e contou com a participação dos professores coordenadores de cursos, do diretor e da vice-diretora, além de um representante de cada um dos grupos envolvidos na parceria PET-RIPEQ-*Applied MOFs*.

Para dar seguimento às etapas da DBR e, pensando nos objetivos e questões de pesquisa, todos os dados foram coletados. Na próxima subseção apresentamos as fontes de informação e os instrumentos de coletas de dados, bem como a forma de análise dos dados.

4.3 Fontes de informação e instrumento de coleta de dados

Na presente pesquisa, utilizamos três principais fontes de informação: sujeitos, documentos e espaços.

- *Sujeitos da pesquisa*: alunos de graduação do IQCAr, membros do grupo PET-Química. Ao todo, 18 petianos participaram da implementação do projeto. Há a ressalva que dois petianos se desligaram do programa no decorrer do projeto, por motivos pessoais.
- *Documentos*: os oito textos elaborados pelos petianos como produtos finais do projeto, sendo quatro TDC e quatro CI.
- *Espaços*: reuniões online do grupo, via *Google Meet*, durante a implementação do projeto, as quais foram gravadas.

Toda a coleta de dados ocorreu perante a aprovação dos sujeitos como participantes da pesquisa, mediante a concordância estabelecida por meio de assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com o

¹² <https://www.iq.unesp.br/#!/ensino/pet/producoes/casos-investigativos/>

modelo no Apêndice G. Além disso, o projeto foi submetido à Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética (CAAE: 49938621.1.0000.5400).

Partindo do pressuposto de que a DBR é uma pesquisa que visa estabelecer uma interação entre teoria e prática por meio das inter-relações entre os produtos e o processo em si do *design*, destacamos a importância de se utilizar fontes de informações variadas para atingir tais objetivos.

Pensando em contemplar análises tanto do processo quanto do produto, utilizamos como instrumento de coleta de dados a técnica de Grupos Focais.

4.3.1 Grupos Focais

Os grupos focais (GF) consistem em discussões de grupo mediadas pelo pesquisador, que gerencia as interações do grupo entre si e com ele mesmo (BARBOUR, 2009). Além de moderar as discussões, é importante que o pesquisador suscite a interação entre os integrantes do grupo, de forma que “seja formando um consenso, desenvolvendo uma estrutura explicativa (...)” (BARBOUR, 2009, p. 21).

De acordo com o autor, isso gera significações estabelecidas por um senso coletivo e, dessa forma, permite que sejam revelados fatos que permaneceriam ocultos e que são difíceis de virem à tona. Isso ocorre, especialmente, pela potencialidade de capturar respostas enquanto a discussão se desenrola.

Os participantes frequentemente mudam de ideia sobre questões no curso da discussão, particularmente quando os grupos focais abordam um tópico sobre o qual os participantes não haviam prestado muita atenção (...) Os participantes podem, por exemplo, levar em consideração em suas deliberações fatores que os pesquisadores não haviam antecipado, e isso pode salientar a relevância para o pesquisador de explicações alternativas para percepções ou comportamento (BARBOUR, 2009, p. 56).

Em virtude de nossas intenções de captar a percepção dos petianos acerca do processo de implementação do *design* e, em menor proporção, dos produtos finais desenvolvidos por eles, consideramos que o uso de GF enriqueceria a coleta dos dados. Assim, realizamos quatro GF, os quais denominamos de GF1, GF2, GF3 e GF4. As discussões ocorreram virtualmente, pelo *Google Meet*, e foram gravadas e posteriormente transcritas, de acordo com Modelo para Transcrição (Apêndice H).

Para facilitar a triangulação dos dados, os integrantes do GF1 foram responsáveis pela elaboração dos TDC1 e do CI1, e assim sucessivamente. O Quadro 3 apresenta a relação dos petianos em cada GF.

Quadro 3. Composição dos Grupos Focais e sigla para identificação dos componentes do grupo.

Grupos Focais	Número de integrantes	Componentes do grupo	Sigla
GF1	4	Aluna de bacharelado	B1
		Aluno de licenciatura	L1
		Aluna de licenciatura	L2
		Aluna de licenciatura	L3
GF2	4	Aluna de bacharelado	B2
		Aluno de bacharelado	B3
		Aluna de bacharelado	B4
		Aluna de bacharelado	B5
GF3	5	Aluna de bacharelado	B6
		Aluna de bacharelado	B7
		Aluno de bacharelado	B8
		Aluno de bacharelado	B9
		Aluno de bacharelado	B10
GF4	3	Aluna de bacharelado	B11
		Aluna de bacharelado	B12
		Aluno de licenciatura	L4

Fonte: elaboração própria.

Cada GF teve aproximadamente uma hora de duração e utilizamos um Roteiro para condução do Grupo Focal (Apêndice I) para nortear a discussão. Como o projeto foi dividido em três etapas, dividimos os GF em três blocos, sendo: bloco I, com questões referentes à Etapa 1; bloco II, com questões referentes à Etapa 2; e bloco III, com questões referentes à Etapa 3.

4.4 Procedimentos para a análise dos dados

Em posse dos dados coletados por meio dos GF e dos próprios textos produzidos pelos petianos ao final do projeto, se fez necessário buscar um processo analítico que permitisse sistematizar a investigação desse *corpus* de informações. Tendo em vista as características da pesquisa, inspirada na DBR, dividimos a análise em dois momentos: I) análise dos GF; II) análise dos textos produzidos pelos petianos.

No primeiro momento, realizamos as análises dos dados coletados nos quatro GF. Para isso, utilizamos a técnica de codificação e categorização temáticas, propostas por Gibbs (2008). Segundo o autor (p. 60), a codificação é “a forma como você define sobre o que se trata os dados em análise”.

Se faz necessário a identificação de trechos ou passagens que se assemelham e que, de alguma forma, exemplificam a mesma ideia teórica ou descritiva (GIBBS, 2008).

Geralmente, várias passagens são identificadas e então relacionadas com um nome para a ideia, ou seja, o código. Sendo assim, todo o texto, entre outros elementos, que se refere à mesma coisa ou exemplifica a mesma coisa é codificado com o mesmo nome. A codificação é uma forma de indexar ou categorizar o texto para estabelecer uma estrutura de ideias temáticas em relação a ele (GIBBS, 2008, p. 60).

No entanto, o autor aponta que essa codificação é meramente descritiva e o pesquisador necessita se aproximar de níveis mais analíticos, categóricos e teóricos de codificação, isto se materializa na aglutinação de códigos descritivos que apresentam as mesmas ideias e, posteriormente, na proposição de códigos analíticos que representam o todo da ideia de forma mais fundamentada (GIBBS, 2008). Posteriormente, a reflexão sobre esses códigos e a articulação com o referencial teórico e metodológico dão origem às categorias analíticas, que nos permitem a realização de inferências acerca dos dados obtidos. Esse movimento dialético de análise de dados qualitativos foi realizado nas transcrições dos quatro GF.

No segundo momento, nos propusemos a analisar os textos (TDC e CI) produzidos por cada grupo, bem como suas características e atribuições. Para tal finalidade, nos apoiamos em nosso referencial teórico, amplamente discutido no Capítulo 2, e utilizamos o instrumento adaptado por Ferreira e Queiroz (2011) para analisar a qualidade dos TDC e as características dos CI, baseadas nos pressupostos de Herreid (1998) e aprimorada ao longo do tempo pelo próprio autor e por outros autores da literatura especializada.

As análises de produto e processo isoladas nos deram importantes indícios acerca dos objetivos propostos nesta pesquisa. Entretanto, para responder à questão geral de pesquisa, se fez necessária a triangulação dos dados.

4.5 Triangulação de informações

A triangulação de informações foi realizada como forma de aumentar a qualidade e confiabilidade dos dados. Outrossim, a interação entre produto-processo é um dos pontos-chave da DBR, isto é, a triangulação entre os resultados gerados é fundamental para a avaliação do *design*.

De acordo com os princípios da DBR, os dados obtidos podem fornecer resultados de grande valor para o aperfeiçoamento do *design*. Diante disso,

elaboramos o Quadro 4, que articula as questões de pesquisa com as fontes e instrumentos de pesquisa utilizados na pesquisa.

Quadro 4. Questões, fontes e instrumentos de pesquisa.

Questões de pesquisa	Fontes/Instrumentos de coleta de dados		
	Sujeitos	Espaço	Documentos
Enunciado	Grupos Focais	Reuniões <i>on-line</i> do grupo	TDC e CI (versão final)
Como desenvolver um design que envolva processos otimizados para a elaboração de TDC e CI inspirados em uma pesquisa científica produzida no IQCAR no contexto do PET-Química?	X	X	X
Quais as percepções dos petianos acerca do processo de implementação do <i>design</i> ?	X		
Que características apresentam os TDC e CI produzidos petianos ao final do <i>design</i> ?			X
De que forma o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foi concebido nas inter-relações entre processo e produto do <i>design</i> ?	X	X	X

Fonte: elaboração própria.

Com base nisso, o Capítulo 5 apresenta os resultados obtidos com a implementação do projeto.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista as características teórico-metodológicas da pesquisa baseada em *design*, que inspirou a elaboração deste trabalho, dividimos a seção de resultados em três grandes blocos.

O primeiro bloco apresenta os resultados das análises dos quatro GF com os bolsistas do PET-Química. Nesse momento, pudemos analisar e discutir os aspectos relacionados ao processo em si da implementação no contexto específico, em particular as percepções dos alunos do PET em relação ao projeto e suas perspectivas de contribuições.

No segundo bloco, analisamos os produtos finais gerados a partir da implementação do *design*, ou seja, os textos produzidos pelos bolsistas do PET-Química, sendo quatro TDC e quatro CI. Para fundamentar a análise, utilizamos como base o quadro teórico apresentado e discutido no Capítulo 2 sobre TDC e CI.

Por fim, no último bloco, buscamos delinear as relações entre processo e produto final do *design*, de forma a buscar uma compreensão holística do *design* no que diz respeito à indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Para isso, levamos em conta as características da implementação do *design*, bem como os processos formativos associados a ele, materializados nos textos finais produzidos e na percepção dos bolsistas nos GF.

5.1 Análise dos grupos focais: investigação sobre a percepção dos participantes sobre o processo do *design*

Quais as percepções dos petianos acerca do processo de implementação do design?

O movimento de categorização *a posteriori* da transcrição dos GF nos permitiu a proposição de quatro categorias para a análise dos dados, sendo elas: I) envolvimento com o processo científico; II) experiência formativa ampla e significativa; III) gerenciamento do *design*; e IV) formação de consciência ética e sociopolítica

Vale mencionar que o roteiro utilizado para conduzir os GF (Apêndice I), foi dividido em três blocos, cada um referente a uma das Etapas do processo de design. Dessa forma, as perguntas do bloco I do roteiro referem-se à Etapa 1, mais especificamente sobre os estudos e aprofundamentos da pesquisa inspiradora. As questões do bloco II referem-se à Etapa 2, sobre os estudos sobre DC e a elaboração de TDC, e as do bloco III estão associadas à Etapa 3, de estudos e elaboração de CI.

De modo a sistematizar as análises, apresentamos e discutimos, nas próximas subseções, cada uma das categorias analíticas.

5.1.1 Categoria “Envolvimento com o processo científico”

A primeira categoria foi denominada “Envolvimento com o processo científico”. O Quadro 5 apresenta os códigos analíticos que emergiram durante o movimento de categorização. A partir da identificação e aglutinação dos códigos analíticos, propusemos a categoria e a definimos da seguinte forma:

- **Envolvimento com o processo científico:** *avalia a percepção dos petianos sobre a compreensão e o entendimento da pesquisa inspiradora. Essa compreensão engloba tanto a perspectiva de reconhecimento dos conteúdos químicos que a sustentam quanto o envolvimento dos petianos com os conhecimentos procedimentais e metodológicos que envolvem o funcionamento dessa pesquisa científica.*

Quadro 5. Códigos analíticos da categoria “envolvimento com o processo científico”.

Categoria analítica	Códigos analíticos
Envolvimento com o processo científico	Conhecimentos sobre o grupo de pesquisa e noções gerais sobre suas áreas de atuação
	Interesse e envolvimento com a pesquisa científica
	Reconhecimento dos procedimentos internos e funcionamento de uma pesquisa científica

Fonte: elaboração própria.

Os códigos foram identificados em diferentes questões (Q) e em diferentes GF. Além disso, um dado importante é que a categoria foi identificada somente no bloco I, cujas questões foram direcionadas à Etapa 1 do projeto. Outro ponto, evidenciado no Quadro 6, é que o código analítico com mais frequência e, inclusive, em comum a todos os grupos, foi o “*conhecimentos sobre o grupo de pesquisa e noções gerais sobre suas áreas de atuação*”.

Destacamos que no Quadro 6, assim como nos seguintes Quadros apresentados neste capítulo, a sigla Q representa as questões norteadoras dos GF (Apêndice I) e o X representa resposta afirmativa para identificação do código analítico em cada uma das questões e em cada um dos GF realizados.

Quadro 6. Frequência e distribuição do código analítico “conhecimentos sobre o grupo de pesquisa e noções gerais sobre suas áreas de atuação”.

<i>Conhecimentos sobre o grupo de pesquisa e noções gerais sobre suas áreas de atuação</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco I	Q1	X	X	X	X
	Q2	X	X	X	
	Q3				

Fonte: elaboração própria.

Esse código analítico, em particular, engloba todos os códigos descritivos acerca dos conhecimentos adquiridos durante a implementação do *design* a respeito da atividade de pesquisa desenvolvida pelo grupo de pesquisa *Applied MOFs* e as suas áreas de atuação.

Os seguintes trechos são extratos demonstrativos desse código analítico.

B1: “Eu particularmente não conhecia o grupo” (GF1)

B3: “Já, tenho até contato próximo porque o (...) amigo nosso (...) foi IC dela [a professora], tudo que ele fazia lá dentro do laboratório ele explicava pra gente. (...) Então tinha bastante contato assim” (GF2).

B7: “Eu conhecia assim, mas bem por cima também porque eu sou amiga do Olavo, eu sabia mais ou menos assim a área de pesquisa dele, mas não tão aprofundado” (GF3).

B12: “Eu já conhecia né? Já tive a matéria de Inorgânica (...) a professora insere esse assunto (...) Então a gente viu, considera aí um grande volume de coisa da parte de MOF” (GF4).

O primeiro dado revelado pelo código analítico “*conhecimentos sobre o grupo de pesquisa e noções gerais sobre suas áreas de atuação*” é que uma parcela dos participantes não possuía conhecimento sobre o trabalho do *Applied MOFs* antes do projeto. Por outro lado, aqueles que conheciam, mesmo que superficialmente, afirmaram que o contato prévio se deu em função da proximidade a nível pessoal com integrantes do grupo ou por já terem cursado a disciplina da professora.

Nesse sentido, podemos pensar sobre a relevância do projeto em termos de abrangência sobre a pesquisa científica. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos das falas dos participantes durante a Q2.

L2: “foi muito importante (...) abriu um leque maior assim né? (...) a gente foi por todos os lados, todas as aplicações, (...) eu nunca tinha ouvido falar, sabe? achei muito bacana (...) se não fosse especificamente o grande projeto, eu não ia nem saber da situação” (GF1).

B4: “Sim, até porque a gente conhecia uma parte da pesquisa dela (...) que era voltada para a parte ambiental. O que o Olavo fazia eu já tinha ideia, mas não sabia exatamente como era. Foi legal por causa disso, porque a gente viu outras áreas que a MOF pode ser aplicada, mesmo conhecendo um pouco” (GF2).

Em função da aparição do código em todos os GF e, na maior parte dos casos, em mais de uma questão, isso pode indicar uma importante contribuição acerca do processo, em particular sobre a etapa de aprofundamento da pesquisa. Podemos observar que mesmo aqueles que já conheciam minimamente o grupo de pesquisa relataram a mudança de percepção para uma forma mais abrangente sobre as atuações do grupo. Isto pode nos indicar que o projeto possibilitou que alunos de graduação se envolvessem e compreendessem de forma mais ampla uma importante área de pesquisa da Química.

Entendemos que ter uma visão mais abrangente e aprofundada sobre diferentes áreas da Química seja uma premissa para uma formação ampla. Isso pode ser um fator importante para evitar, por exemplo, a especialização precoce. Vale mencionar que essas perspectivas vão ao encontro de alguns dos objetivos específicos do próprio PET, propostos no Manual de Orientações Básicas. Podemos destacar: I) a formação acadêmica ampla, de maneira a se evitar a especialização precoce; II) atuação coletiva de membros do grupo de diferentes níveis de graduação; e III) interação e trocas entre estudantes e docentes do curso e de programas de pós-graduação (BRASIL, 2006).

Tais aspectos foram também evidenciados no código analítico “*interesse e envolvimento com a pesquisa científica*”. O Quadro 7 apresenta a frequência e distribuição do código entre as questões do bloco I.

Quadro 7. Frequência e distribuição do código analítico “interesse e envolvimento com a pesquisa científica”.

<i>Interesse e envolvimento com a pesquisa científica</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco I	Q1				
	Q2		X	X	
	Q3		X	X	

Fonte: elaboração própria.

O trecho é um extrato demonstrativo do código, retirado da Q2.

B2: “quando a gente trabalhou isso aqui no PET, deu vontade de descobrir as outras áreas dos outros professores também, né? Porque a gente viu de uma forma muito maximizada né? Todo o processo, então, tem outras áreas que eu gosto bastante e que deu vontade de aprender também sobre elas, que seria muito legal se a gente se aprofundasse em outras pesquisas do pessoal. E também isso daí é legal porque a gente vê o que tá fazendo dentro do IQ, né? porque tipo, eu mesma não tenho noção. Eu sei o que o pessoal faz as pesquisas deles, mas eu tenho zero noção do que é cada coisa, só quando é algum amigo muito próximo” (GF2).

O código também aparece na fala de uns dos participantes na Q3, ao serem perguntados sobre a importância do projeto para a formação acadêmica.

B5: “impacta na nossa formação depois de querer conhecer outras áreas, (...), eu sempre tive, por exemplo, muito interesse em área forense. Então, quando o [IC-AppliedMOF] começa a falar sobre isso, eu acho que cresce mais ainda o interesse, tanto em conhecer essa área como outras áreas que não é relacionado as MOFS, mas também tem aplicação nessa parte forense” (GF2).

Esse código analítico ratifica a perspectiva de uma formação ampla, uma vez que os petianos demonstraram interesse em conhecer outras áreas de pesquisa do próprio instituto. A percepção de maior interesse, evidenciada por dois grupos, pode ter sido proveniente do próprio processo que permitiu certo envolvimento no processo científico.

Ainda que os petianos não tenham vivenciado na prática o desenvolvimento da pesquisa inspiradora, compreendemos que a interação com os pesquisadores envolvidos e o contato com os procedimentos metodológicos tenham sido fundamentais para o desenvolvimento de tais percepções. O terceiro código analítico, intitulado “*reconhecimento dos procedimentos internos e funcionamento de uma pesquisa científica*”, forneceu indícios de que os participantes puderam conhecer a vivência prática de uma pesquisa científica, mesmo que indiretamente.

Vale mencionar que esse código foi identificado em dois GF diferentes. O Quadro 8 apresenta a frequência e distribuição do código entre as questões do bloco I dos GF.

Quadro 8. Frequência e distribuição do código analítico "reconhecimento dos procedimentos internos e funcionamento de uma pesquisa científica".

<i>Reconhecimento dos procedimentos internos e funcionamento de uma pesquisa científica</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco I	Q1				
	Q2				X
	Q3			X	

Fonte: elaboração própria.

Os seguintes trechos são extratos demonstrativos do código.

L4: “Eu acredito que sim, porque a gente não só viu meio que o que eles produziram, (...), mas como foi a experiência dele, como que era a rotina, ele passou as dificuldades também que foram encontradas. Geralmente, a gente só vê o resultado final e pronto e acabado. E a gente teve todo o envolvimento desse processo, de como foi. E aí ter essa percepção melhor né?” (G4).

B8: “(...) como a gente trabalhou meio que estudando em cima de um trabalho de IC, né? (...) eu, pelo menos, não tive oportunidade de fazer IC durante esse período da minha graduação, então já foi mais algo assim que eu pude absorver um pouco pra minha formação. (...) Beleza, eu não pude (...) fazer um trabalho pra mim, mas eu consegui ter o contato mais próximo possível de uma IC, por exemplo, ver como que foi todo o trabalho também. (...) Aqueles que não tiveram a experiência com uma IC, pelo menos, puderam ter uma noção de quais são as dificuldades que você enfrenta quando você decide tomar a frente pra esse tipo de trabalho e também (...) o quanto aprofundado você pode chegar numa determinada área, né? de estudo” (G3).

Como explicitado por B8, muitos graduandos não tiveram a oportunidade de realizar uma IC, por diversos motivos. Para os alunos de bacharelado, por exemplo, o curso de Química é em período integral, o que pode dificultar o comprometimento em uma pesquisa de IC, em função da alta carga horária.

Ainda que esse código tenha sido identificado em metade dos GF, podemos conferir certa relevância acadêmica ao projeto. Essas falas reforçam a ideia de que participar do projeto possibilitou não só o conhecimento sobre a área de pesquisa e os conhecimentos sobre MOF, mas também reconhecer os procedimentos internos de uma pesquisa científica, isto é, as etapas e características que envolvem a atividade científica. Isso fica evidente no seguinte trecho.

B9: A gente vê bastante né? Sobre pesquisa e ensino, ainda mais no tempo que estamos né? sob pandemia, a importância da ciência e (...) tipo, acho que pra nós, a galera que é do bacharel, é um pouco mais complicado porque quando a gente começa a ter uma brecha na graduação, você tem que acabar a escolher se você vai dedicar um tempo com o estágio, aplicar teste de

estágio ou se você vai querer, sei lá, fazer alguma coisa de IC, então, você fica meio dividido. Então é interessante você ter pelo menos uma convivência com uma pessoa que participou de todo esse processo de desenvolver uma tese do zero, de fazer os testes, de validar os métodos, de correr atrás pra publicar e você acaba meio que conhecendo como que é a rotina da pessoa no dia-a-dia, né? (...) acaba meio que instigando um pouco de a gente tentar querer fazer uma IC (...) é legal ter essa oportunidade de poder conhecer né? de desenvolver uma pesquisa do zero e como lidar com os contratempos que podem ocorrer (GF3).

Com base nesse e nos trechos anteriores, pudemos identificar alguns procedimentos citados concretamente pelos petianos, tais como a etapa de testes, em que todas as condições dos experimentos são otimizadas; a etapa de validação do método desenvolvido, os obstáculos e contratempos que os cientistas podem encontrar durante o percurso e, por fim, os movimentos de disseminação científica que envolvem a publicação de artigos e trabalhos em congressos da área.

Fazer ciência envolve uma rotina dentro e fora do laboratório que, muitas vezes, não é reconhecida por quem nunca participou ativamente de uma pesquisa. Isso vai ao encontro do que foi mencionado por L4, de que muitas vezes os graduandos só veem o resultado final da pesquisa, fazendo com que negligenciem tais procedimentos internos e de funcionamento da ciência.

Se por um lado as características da atividade científica, de forma geral, se assemelham em diferentes subáreas da Química, os procedimentos de uma pesquisa da Química inorgânica se diferem dos procedimentos da Química orgânica. Assim, podemos dizer que o projeto contribuiu para que os petianos pudessem ter uma noção geral dos procedimentos internos da pesquisa, em específico, mas também que pudessem reconhecer o funcionamento da ciência, de modo geral, e das dificuldades que permeiam um trabalho rigoroso, mesmo que não tenham vivenciado tais dificuldades na prática.

Essa discussão vai ao encontro de um objetivo do programa PET, apresentado no Capítulo 4, que é a “facilitação do domínio dos processos e métodos gerais e específicos de investigação, análise e atuação da área de conhecimento acadêmico-profissional” (BRASIL, 2006, p. 8). Esse objetivo específico está diretamente relacionado com a categoria “envolvimento com o processo científico”. Isso porque, de acordo com a percepção dos estudantes, eles puderam desenvolver o domínio sobre as características de uma pesquisa científica, os processos gerais e metodológicos e ainda compreender de forma mais aprofundada a área de atuação e os procedimentos práticos vivenciados pelos pesquisadores.

É importante salientar que, para além de uma recepção passiva das informações científicas geradas pela pesquisa, os petianos realizaram uma série de atividades que envolveram os estudos teóricos e metodológicos sobre MOFs e, ainda, a troca de experiências e um diálogo contínuo com dois pesquisadores do grupo de pesquisa, o aluno de IC e a professora líder do grupo.

Especialmente na Etapa 1 do projeto, intitulado estudos e aprofundamento sobre a pesquisa científica, essa troca ocorreu em todas as atividades. Na atividade 1, por exemplo, com a realização do *seminário disparador*, os petianos puderam ter um primeiro contato com a professora pesquisadora, líder do grupo *Applied MOF*.

O seminário disparador cumpriu o papel de promover uma aproximação inicial, de forma mais geral, com o tema da pesquisa e com os pesquisadores envolvidos no processo. Durante a apresentação, os petianos puderam enviar dúvidas e questionamentos para o aprofundamento no tema. Com isso, podemos mencionar a consecução de um dos objetivos e atribuições do programa, que prevê a interação dos bolsistas com o corpo docente e discente do instituto, incluindo em nível de pós-graduação.

Nessa primeira interação, houve a apresentação do grupo de pesquisa *Applied MOFs* e da sua área de atuação dentro da universidade, bem como a apresentação de alguns conceitos estruturantes e algumas técnicas envolvidas na caracterização de MOFs e suas aplicações de forma geral.

Adicionalmente, em função de ter sido organizada e concretizada pelos próprios petianos, podemos inferir que essa atividade do *design* pode ter sido potencial no desenvolvimento da capacidade de trabalho em equipe, na promoção da integração da formação acadêmica com a futura atividade profissional; na capacidade de planejar e organizar ativamente atividades diversificadas e, também, no contato com a comunidade interna e externa, uma vez que os seminários são abertos à comunidade externa e divulgado nas redes sociais. Todas as habilidades mencionadas estão previstas em documentos oficiais do programa PET e dialogam diretamente com a proposta do *design*, apresentada no Capítulo 3.

Posteriormente, os petianos realizaram atividades de aprofundamento do tema. A primeira foi a leitura e discussão de três artigos em inglês sobre MOFs luminescentes. A presença do aluno de IC do grupo *Applied MOFs* foi fundamental nessa etapa, pois ajudou na mediação da discussão dos artigos e auxiliou no esclarecimento de dúvidas de compreensão dos conceitos importantes dos artigos.

No momento do seminário interno, houve a apresentação e esclarecimento de todas as etapas da pesquisa, incluindo a síntese, a caracterização e a aplicação. As técnicas e especificidades da pesquisa foram discutidas e, mais uma vez, o pesquisador de IC auxiliou no esclarecimento dos petianos.

Na atividade final dessa etapa, de sínteses integradoras, os petianos se dividiram em três grupos e cada um deles apresentou uma parte importante da pesquisa, desde os conceitos teóricos estruturantes da pesquisa até a sua síntese, caracterização e aplicações forenses. Vale salientar que para a apresentação os petianos buscaram informações nas leituras, com os próprios pesquisadores e em demais artigos da literatura.

A partir da associação entre a categoria que propusemos “envolvimento com o processo científico” e as etapas da Etapa 1 do *design*, podemos realizar algumas primeiras inferências sobre o processo do *design*. Durante o planejamento do *design*, consideramos a grande importância dessa primeira etapa sob várias perspectivas. A primeira é sobre a própria formação dos petianos. É importante mencionar que os membros do grupo PET-Química apresentam uma heterogeneidade em relação ao ano de graduação, isto é, alguns petianos estão nos anos iniciais de graduação e outros em anos finais.

Em função disso e do fato de que os conceitos que envolvem a pesquisa inspiradora serem densos, complexos e pouco explorados na estrutura curricular do curso de graduação, entendemos que essa primeira etapa foi fundamental para o desenvolvimento do projeto como um todo. O movimento de estudo dos conceitos estruturantes foi, para alguns petianos, o contato inicial com a área. Para outros, que já tiveram a disciplina na graduação, foi um momento de aprofundamento.

Assim, é possível refletir sobre o impacto da primeira etapa enquanto um processo formativo. Podemos destacar o estímulo à autonomia dos petianos, à capacidade de trabalho em grupo, à interação e troca dialógica com docentes e alunos de pós-graduação do instituto. Além dos conhecimentos sobre o grupo de pesquisa e noções gerais sobre suas áreas de atuação, esses estímulos podem, de certa forma, ter influenciado na percepção dos petianos de maior interesse e envolvimento com a pesquisa científica, mencionada por eles nos grupos focais e discutido anteriormente.

Podemos pensar ainda que, somente a leitura de artigos científicos, por exemplo, não seria suficiente para que os petianos pudessem reconhecer o trabalho dos pesquisadores de forma aprofundada, inclusive seus procedimentos internos.

Analogamente, somente assistir às apresentações sobre o desenvolvimento da pesquisa não seriam suficientes para esclarecer conceitos teóricos que envolvem as MOFs luminescentes.

Dessa forma, a integração de todas as atividades propostas pelo *design* propiciou as percepções relatadas pelos próprios petianos, que corroboram as análises dessa primeira categoria e vão ao encontro de diversos objetivos e atribuições do programa PET.

Em síntese, os dados possibilitam uma importante reflexão acerca das pesquisas realizadas pelos grupos da universidade e seu alcance a nível interno. Podemos pensar que aqueles que não possuíam uma relação pessoal com pesquisadores do grupo ou que não tiveram a disciplina na estrutura curricular com a professora, possivelmente, não teriam outra oportunidade de conhecer as pesquisas do grupo e sua área de atuação.

Isso pode ser considerado um indicativo de que os alunos da graduação não conhecem ou conhecem muito pouco sobre o que tem sido produzido na própria universidade. Sendo assim, é possível pensar acerca da relevância do *design* quanto a sua potencialidade de fomentar o movimento de disseminação científica, isto é, a veiculação de informações científicas entre pares (BUENO, 1984).

Tradicionalmente, o que se observa é que a disseminação científica ocorre entre pares de especialistas, por meio da publicação de artigos em revistas da área ou apresentação de trabalhos em congressos especializados. Nesse caso, podemos dizer que a disseminação científica ocorreu em dois diferentes níveis: graduação e pós-graduação.

Apesar de não serem especializados na temática das MOFs, os alunos de graduação se formarão químicos e, portanto, entendemos que deverão ser capazes de reconhecer as diferentes áreas de pesquisa e apresentar noções sobre os conhecimentos produzidos pelos pesquisadores da área.

O movimento de identificação dos três códigos analíticos e categorização puderam fornecer subsídios para compreender a percepção dos participantes do projeto em relação ao envolvimento e reconhecimento do processo de uma pesquisa científica. Foi possível observar que o contato com a pesquisa desenvolvida pelo *Applied MOF* durante o projeto, de forma geral, possibilitou que os graduandos pudessem ter a percepção de que se sentem mais próximos da ciência produzida pela universidade.

A partir das percepções dos alunos do PET, observamos que essa etapa acabou gerando certo interesse em querer se aprofundar na área, ou até mesmo conhecer outras áreas de pesquisa do IQ. Além disso, conforme observado nos extratos demonstrativos, há indícios de que o estudo sobre a pesquisa permitiu o reconhecimento do funcionamento de uma pesquisa científica. Isso envolve a compreensão sobre as dificuldades e os processos envolvidos no conhecimento científico, possibilitando, inclusive, a desmistificação de uma ciência linear, pronta e acabada.

Na próxima subseção apresentamos a categoria “experiência formativa ampla e significativa”.

5.1.2 Categoria “Experiência formativa ampla e significativa”

A segunda categoria, intitulada “Experiência formativa ampla e significativa”, foi definida da seguinte forma:

- **Experiência formativa ampla e significativa:** *avalia a percepção dos petianos acerca da experiência vivenciada a partir da implementação do design enquanto um processo formativo significativo. Essa experiência, no entanto, é ampla e abrange diferentes perspectivas que vão desde a percepção do processo inovador até a percepção de aprendizagem significativa de conhecimentos curriculares e extracurriculares.*

Ao todo, identificamos 6 códigos analíticos que a compuseram. Diferente da categoria anterior “*envolvimento com o processo científico*”, que foi identificada somente no bloco I do GF, a categoria “*experiência formativa ampla e significativa*” emergiu dos 3 blocos do GF, que se referem às três etapas do projeto. O Quadro 9 apresenta a distribuição dos códigos analíticos em cada um dos blocos do GF.

Quadro 9. Códigos analíticos da categoria “experiência formativa ampla e significativa”.

Categoria analítica	Códigos analíticos	Blocos do Grupo Focal		
		Bloco I	Bloco II	Bloco III
Experiência formativa ampla e significativa	Percepção de aprendizagem significativa de conteúdos curriculares	X		
	Percepção de experiência significativa extra curricular inovadora		X	X
	Sentimento de reconhecimento e autoconfiança		X	X
	Reconhecimento da importância do conhecimento para o futuro profissional	X	X	X
	Percepção de aprendizagem da DC como um gênero discursivo específico		X	
	Percepção de aprendizagem de CI como uma estratégia didática inovadora			X

Fonte: elaboração própria.

O código analítico denominado “*percepção de aprendizagem significativa de conteúdos curriculares*”, aparece somente no bloco I, como mostra o Quadro 10.

Quadro 10. Frequência e distribuição do código analítico “percepção de aprendizagem significativa de conteúdos curriculares”.

Percepção de aprendizagem significativa de conteúdos curriculares					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco I	Q1				
	Q2			X	X
	Q3	X		X	X

Fonte: elaboração própria.

É importante mencionar que analisar se houve aprendizagem significativa de conteúdos científicos durante o projeto não foi um dos objetivos da presente pesquisa. Entretanto, algumas falas dos estudantes nos deram indícios de que eles desenvolveram a *percepção* de que essa aprendizagem ocorreu, de fato. Como é possível observar no Quadro 10, identificamos o código na maior parte dos GF e, em alguns, identificamos em mais de uma pergunta.

Esse código, em específico, diz respeito à percepção de aprendizagem significativa de conhecimentos previstos na estrutura curricular do curso de Química e, portanto, é razoável que ele tenha aparecido somente no bloco I dos GF, referente à Etapa 1 do projeto, de estudos e aprofundamento sobre as MOFs.

Os seguintes trechos são extratos demonstrativos do código citado.

L1: Eu também não tinha visto ainda (...) esse semestre que terminou agora que a gente viu um pouquinho, mas bem por cima mesmo, porque a LIC meio que foca em outras coisas né? E aí (...) ajudou a entender, tipo, outras coisas, tipo, bobas que as vezes passa também despercebido e a gente "ah, é isso". E (...) ajudou nisso também (G1).

B7: (...) Eu tive aula de química inorgânica agora, nesse último semestre, e aí caiu na prova questão sobre MOF e eu já sabia responder tudo, foi super feliz pra mim, então, sim, foi um conhecimento a parte, né? Porque na matéria em si, a gente não vê tão aprofundado né? uma aplicação assim (G3)..

B12: Acho que o conhecimento ficou muito mais sólido, então, se a pessoa perguntasse pra mim de MOF, depois que eu acabei a disciplina, talvez eu não saberia falar. Hoje em dia, eu acho que o conhecimento tá aqui muito mais acessível pra mim, pra eu explicar pra alguém (G4).

Com base nesses trechos, pudemos refletir sobre alguns aspectos no que diz respeito ao processo. Em primeiro lugar, podemos pensar na relevância da Etapa 1, não só para fornecer subsídios teóricos da química para a elaboração dos materiais em si, mas também como um processo enriquecedor na formação dos estudantes. Visando uma formação ampla e de qualidade, os conteúdos previstos nas estruturas curriculares de cursos de Química podem acabar sendo muito extensos e, conseqüentemente, alguns deles podem passar despercebidos ou sendo conteúdos secundários das disciplinas.

Outro ponto importante é que elaborar um TDC, por exemplo, exige que os autores dominem os conteúdos a serem trabalhados nos textos, não só os mais complexos mas também os mais básicos, uma vez que o leitor não especialista pode não compreender termos básicos, considerados óbvios para cientistas. Isso se relaciona com o que foi defendido por Zamboni (2001) a respeito do estilo verbal característico da DC. Segundo a autora, no discurso da DC devemos evitar a linguagem esotérica, compreendida somente pelos especialistas.

Sendo assim, a partir dos GF, pudemos identificar que a percepção de aprendizagem significativa de tais conteúdos curriculares pode ser no sentido de aprofundamento de técnicas e conceitos não muito explorados na graduação ou de conhecimentos básicos que acabam não sendo compreendidos e/ou aprofundados nas aulas tradicionais do curso.

Por fim, ainda que não tenha sido identificada no GF2, podemos inferir que revisitar conceitos básicos ou, como foi o caso do B7, antecipar esses conteúdos curriculares em um momento distinto das aulas de graduação, foi importante para gerar a percepção de que a aprendizagem foi significativa para esses petianos. Outrossim, como se observa nos extratos, a relevância de compreender sobre MOFs

ou conceitos relacionados para os petianos foi além de somente a produção dos materiais propostos. No caso de B7, por exemplo, foi importante para prepará-lo para uma avaliação, tendo em vista que as MOFs são conteúdos previstos na estrutura curricular do curso. Para B12, foi importante para prepará-la para explicar os conteúdos para alguém futuramente.

Por um lado, observamos a percepção de aprendizagem significativa de conhecimentos previstos no currículo dos petianos, por outro, notamos que os alunos desenvolveram a percepção de que vivenciaram uma experiência diferente do que estão habituados dentro da universidade. Tal percepção foi identificada por meio do código analítico denominado “*Percepção de experiência significativa extracurricular inovadora*”. O Quadro 11 apresenta a frequência e distribuição desse código nas questões dos GF.

Quadro 11. Frequência e distribuição do código analítico “percepção de experiência significativa extracurricular inovadora”.

<i>Percepção de experiência significativa extracurricular inovadora</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco II	Q4	X	X	X	X
	Q5			X	
	Q6			X	
	Q7				
	Q8				
Bloco III	Q9			X	
	Q10	X	X		
	Q11			X	
	Q12				
	Q13				

Fonte: elaboração própria.

Ao contrário dos conceitos estruturantes de MOFs luminescentes, podemos dizer que os conhecimentos envolvidos para a elaboração de TDC e CI não são previstos no currículo dos petianos. Por esse motivo, é razoável que o código analítico

“*percepção de experiência extracurricular inovadora*” não tenha aparecido no bloco I, que se refere ao estudo e aprofundamento de MOFs.

No bloco II, cujas perguntas relacionam-se à Etapa 2 do projeto, identificamos a presença do código em todos os GF. No GF3, em particular, apareceu em três questões distintas. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos do código, no bloco II.

B1: Eu queria dizer que eu me senti na escola de novo (...) E eu me senti muito assim, aprendendo do zero mesmo, porque a gente vê umas semelhanças assim, por exemplo, a linguagem científica, mas é super diferente a estrutura como a gente tem que fazer conforme vai desenvolvendo assim. Então foi algo completamente novo, apesar de ter umas semelhanças, pra mim eu senti que foi algo completamente diferente de tudo que eu já fiz (GF1).

B11: Foi bem sair da zona de conforto né? porque não tem nada a ver com o que a gente está acostumado a fazer. Por mais que fosse um assunto da nossa área, a maneira de produzir e estrutura não tem nada a ver com a nossa área (...) Então foi um conhecimento a mais (...) foi bem diferente assim, foi desafiador (G4).

Podemos dizer que a percepção de experiência inovadora foi expressiva, em virtude da frequência de aparição desse código analítico, que foi identificado em todos os GF e por mais de um participante em cada grupo. Observamos também, com base na fala dos petianos, que a percepção de experiência inovadora está fortemente atrelada à percepção de desafio e superação.

Uma possível explicação para esse fato é que, normalmente, nos cursos de graduação, a comunicação se restringe à horizontal intrapares, em que todos os cientistas ou futuros cientistas (professores, pesquisadores e estudantes) compartilham os mesmos significados e padrões semânticos lexicais do discurso (BUENO, 2010). Assim, há um padrão na forma de comunicação a que os graduandos são submetidos e, por isso, compreendemos que fazer o uso de um gênero de discurso distinto pode ser um desafio e uma inovação.

Podemos pensar ainda que o grande volume de conteúdos que precisam ser trabalhados em sala de aula e o pouco tempo, muitas vezes, não permite que os graduandos possam explorar gêneros textuais distintos do que já estão acostumados, como relatórios e artigos científicos. Isso reforça a perspectiva discutida no referencial teórico de que lidar com um novo gênero textual envolve muito mais do que apenas o domínio do conteúdo químico (NUNES; QUEIRÓS, 2020). Esse movimento envolve romper com costumes de escrita e de compartilhamento de significados, o que pode

ter gerado a sensação de estranhamento e de superação de desafios proferidos pelos petianos.

Em relação ao bloco III, cujas questões referem-se à Etapa 3, a frequência do código “percepção de experiência significativa inovadora” foi um pouco menor. No GF4, por exemplo, não identificamos tal percepção.

B2: (...) juntou uma parte assim da gente colocar ali o tema, então uma parte séria com um lado muito criativo nosso, que a gente geralmente a gente exerce muito esse lado criativo em outros projetos do PET, mas dentro da faculdade em si, ali dentro da sala de aula é muito difícil a gente exercitar esse lado criativo ainda mais em faculdade de exatas, né? Então, nossa, foi uma hora muito gostosa assim, da gente se juntar no *Meet* e ficar falando sobre, foi muito divertido (GF2).

B9: se a gente olhar meio que um pouco pra nossa grade, pro nosso curso, que querendo ou não a maioria do PET era do BQT (...) então assim, a gente vê uma dificuldade, que nem, a nossa grade é matéria muito de indústria, de fundamento químico, então você não trabalha muito a criatividade, cê fica engessado naquele contexto que você tá ali incluído. E aí quando você pega um problema desse, ou um projeto desse, você meio que dá uma assustada no começo porque tipo “como eu vou lidar com isso, o que que eu tenho que fazer? quais são as habilidades que eu preciso desenvolver no decorrer do projeto”, né? então assim, creio que a gente sai um pouco das *hard skills* que a gente trabalha no curso e trabalha bastante as *soft skills* (...) A gente teve uma experiência que não condiz com o nosso curso e querendo ou não é uma XP, é uma experiência que a gente vai pegar e teve, que se a gente for colocar na ponta do lápis, quantos cursos fazem isso? quais são as oportunidades que você tem, entendeu? (GF3).

É interessante mencionar que no GF1, formado majoritariamente por licenciandos, a maioria já havia tido um primeiro contato com os CI por meio de uma disciplina específica do curso de licenciatura. O mesmo ocorre com L4, pertencente ao GF4, que também já havia tido um contato inicial com a estratégia didática.

Com base nisso, podemos pensar que as atividades propostas na Etapa 3 e a elaboração dos CI, em si, proporcionaram essa percepção de experiência distinta do que os petianos estão acostumados dentro da universidade. Isso fica mais evidente para os alunos do curso de bacharelado, que não cursam disciplinas pedagógicas ou voltadas ao ensino e, provavelmente, não conheceriam a estratégia didática em outra ocasião dentro do curso de graduação.

O ponto primordial a ser destacado é que a perspectiva dos petianos foi de que o processo possibilitou o desenvolvimento de habilidades que não são trabalhadas no curso cotidianamente, chamadas de *soft skills*, nas palavras de B9. A criatividade, por exemplo, foi uma habilidade citada em todos os GF, como mostra os seguintes extratos demonstrativos.

B1: Foi muito divertido a gente poder exercer a nossa criatividade, a gente pode inventar de tudo, né? (...) então dá pra gente usar e abusar da nossa criatividade. Eu acho que foi algo muito legal assim, a experiência de escrever o texto, proporcionou bastante isso pra gente (GF1).

B8: Eu acho que outra coisa que também dá pra falar dessa parte de fazer os casos é que a gente teve que trabalhar bastante com a parte de criatividade, né? Porque pro caso ficar realmente bom a história também tem que ser bem criativa (...) tentar desenvolver uma outra forma de também passar este tipo de conteúdo de uma forma um pouco mais diferente, né? E mais criativa principalmente (GF3).

Nesse sentido, podemos dizer que a Etapa 3 proporcionou aos petianos a percepção de experiência leve e descontraída, que exigiu habilidades extracurriculares que ultrapassam unicamente o domínio do conteúdo. Portanto, classificamos como experiências extracurriculares inovadoras dentro de uma ampla perspectiva de processos formativos significativos proporcionados pelo *design*.

Ainda sobre a investigação da “experiência formativa ampla e significativa” nos GF, pudemos notar que o envolvimento nas atividades propostas no projeto e, principalmente, a concretização das fases do processo nos materiais finais, proporcionou aos petianos um “sentimento de reconhecimento e autoconfiança”, a qual propusemos um novo código analítico.

Quadro 12. Frequência e distribuição do código analítico “sentimento de reconhecimento e autoconfiança”.

<i>Sentimento de reconhecimento e autoconfiança</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco II	Q4				
	Q5	X	X		
	Q6				X
	Q7				
	Q8				X
Bloco III	Q9				
	Q10			X	
	Q11				
	Q12				
	Q13				

Fonte: elaboração própria.

Esse código foi identificado nos quatro GF. Grande parte da aparição se deu no bloco II e somente uma vez no bloco III. Os próximos trechos são extratos demonstrativos.

B1: (...) eu gosto de brincar com a minha família que foi a primeira vez que eu me senti "importante" assim, sabe? como se tivesse meu nome em um artigo. E foi a primeira vez na graduação que eu consegui ver realmente, como seria uma vida escrevendo artigos (GF1).

B2: eu fui uma pessoa que nos meus dois primeiros anos eu li, tipo, dois artigos, assim, eu nunca ia atrás dessas coisas assim de aprender a fundo alguma matéria da faculdade, ainda mais que começou o EAD, aí né? Abandonamos total. Aí quando começou esse projeto, eu comecei a pegar interesse em ler e eu vi que eu conseguia ler artigos e era ok eu fazer isso. Então me deu um gás ali pra estudar alguma coisa. Isso influenciou principalmente porque eu tava muito desanimada em relação ao curso, né? por conta desse sistema que a gente tava tendo. Então, isso daí me motivou bastante a querer continuar seguindo dessa forma, então ler os artigos e construir um texto, tipo, eu tenho potencial, talvez eu consiga sim continuar nisso, né? Então deu um gás muito alto assim, pro que eu precisava no momento. E isso influencia lá na frente, porque agora eu consigo pegar um artigo e eu sei que eu consigo ler, consigo escrever sobre ele e falar sobre o tema e tudo mais. E eu penso lá na frente também, porque quando eu me formar, eu não sei se pretendo seguir a área acadêmica, mas eu sei que esse era um medo que eu tinha né? Talvez se eu conseguisse nessa parte de fazer um mestrado e tudo mais, agora eu sei que talvez eu dê conta né? Porque eu fiz uma pequena parte, mesmo que pequena, mas consegui. Então isso mudou totalmente minha visão a artigo, a escrever, trabalhos acadêmicos e esse tipo de coisa, que eu não fazia isso antes (GF2).

Com base nos extratos, pudemos observar que o processo cumpriu um importante papel não apenas em relação aos seus produtos finais e aos aprendizados envolvidos, mas também em relação a aspectos afetivos dos estudantes. Isso pode estar associado às discussões anteriores de que vivenciar o projeto, com suas características graduais e especificidades inovadoras, proporcionaram aos petianos uma maior segurança e confiança em suas próprias aptidões, resultando até mesmo na percepção de maior motivação.

Em um primeiro momento, podemos refletir que essas sensações podem estar associadas ao sentimento de um trabalho bem executado, o que pode ser um indício de que o processo promoveu bases bem fundamentadas e robustas para a elaboração dos materiais. Em um segundo momento, podemos refletir acerca do envolvimento dos petianos e, conseqüentemente, o comprometimento em desenvolver um trabalho colaborativo de qualidade em prol de um objetivo maior.

Um outro ponto observado durante as análises dos GF é que os petianos também reconheceram a importância desses aprendizados para o futuro profissional

deles. A esses trechos propusemos o código analítico “*reconhecimento da importância do conhecimento para o futuro profissional*” e ele foi identificado em todos os blocos do GF.

Quadro 13. Frequência de identificação do código analítico “reconhecimento da importância do conhecimento para o futuro profissional”.

<i>Reconhecimento da importância do conhecimento para o futuro profissional</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco I	Q1				
	Q2				
	Q3		X		
Bloco II	Q4				
	Q5	X	X	X	
	Q6				
	Q7				
	Q8			X	
Bloco III	Q9				
	Q10				
	Q11				
	Q12				
	Q13	X	X		X

Fonte: elaboração própria.

No bloco I, de estudos e aprofundamentos sobre a pesquisa inspiradora, identificamos esse código somente no GF2, ao serem questionados sobre os impactos do projeto na formação dos petianos.

B3: Falando por mim assim, eu e a B5 também, que vamos trabalhar na indústria, pelo menos estagiar na indústria, é uma coisa que a gente vê que tá sendo muito pautados nas indústrias, mundo afora, né? a utilização das MOFs por conta da capacidade de adsorção de gases dela, e entre outras milhares de coisas, assim. E é bem importante que a gente, tipo, tenha uma noção, de uma coisa que tá sendo tão *mainstream* agora, né? e assim, eu acho que é uma coisa que vai talvez nos nossos futuros ser bem importante que a gente saiba (GF2).

Essa fala proferida por B3 acaba corroborando a discussão anterior, da relevância do *design* quanto aos impactos na sua formação. No entanto, aqui notamos uma percepção de que a experiência vivenciada, em particular os estudos e aprofundamentos sobre o conteúdo químico, pode impactar em seu futuro profissional, por se tratar de um assunto atual e relevante nas indústrias.

No bloco II, com enfoque nos TDC, identificamos a presença do código nos GF1, GF2 e GF3. Os trechos a seguir são extratos demonstrativos do código no bloco II.

L3: (...) o texto deu a oportunidade da gente perceber a forma com que a gente vai passar a informação pras pessoas, né? Porque (...) tipo, a gente que tá fazendo licenciatura nem sempre a gente vai chegar numa sala que os alunos eles vão, como eu posso falar, eles vão estar aptos a receber, a entender né? Da forma como a gente vai tá falando, então, ter essa acessibilidade, passar a informação de um jeito mais fácil, acho que é bem importante também (G1).

B8: Então, eu acredito que impactou sim, nisso daí, porque, eu pelo menos, projetando no futuro, que a gente vai tá, espero né? todo mundo trabalhando e ganhando seu salariozinho, né? a gente vai ter que lidar com muitas pessoas e conversar com várias pessoas que talvez não tenham nem metade do conhecimento que a gente vai ter na área que a gente vai estar trabalhando. Então, querendo ou não, a gente tendo um pouco dessa visão, tipo, de tentar analisar qual a melhor forma da gente conversar sobre determinado assunto específico, que aquela pessoa talvez não entenda, eu acho que a DC ajuda nesse ponto. Da maneira com a qual a gente tem que pensar pra transmitir determinadas informações que outras pessoas tenham um pouco de dificuldade de compreendê-las (G3).

Em relação ao futuro profissional e a Etapa 2, é possível observar que a contribuição dos TDC girou em torno, principalmente, da melhoria nas formas de comunicação dos petianos. De acordo com os trechos anteriores, há a percepção de que os conhecimentos adquiridos sobre DC influenciam na maneira de se comunicar com seus colegas de trabalho, de uma forma mais clara e acessível, principalmente com aqueles que não são especialistas no assunto.

No bloco III, com foco em CI, identificamos o código analítico em todos os GF. Os trechos são extratos demonstrativos.

B5: Acho que ainda no sentido de saber como explicar também sobre o que você faz e talvez pensar que tipo, o que você realiza tem aplicações muito, tipo, muito pra frente, muito fora do que você imagina. Então, por exemplo, o nosso caso que a gente fez, que a gente fez um lado todo romântico ali que a gente criou, mas tipo, querendo ou não, aquela é uma situação que poderia acontecer rotineiramente. Então, eu como química, como pesquisadora, eu me interessaria ainda mais por tipo fazer as coisas que futuramente pretendo fazer na indústria ou em pesquisa (GF2).

L4: como licenciando uma possibilidade de uma estratégia de usar em sala de aula. Por mais que tenha sido feito em grupo, saber como é o processo de saber como é elaborar um caso, ainda mais com base em TDC, com base em outros materiais, não sair exatamente do zero assim. Porque a gente se baseou um pouco no nosso texto também. Então, produzir o material pros alunos com base em algo, então, acho que foi fundamental, tipo, não tive contato com isso na graduação. Tive contato só de resolver o caso, mas não de produzir, são coisas completamente distintas (GF4).

É possível observar que há uma relação mais direta entre alunos do curso de licenciatura e a utilização de CI no futuro profissional, como foi explicitado por L4. Entretanto, a importância não se limita ao uso em si da estratégia. Como citado por B5, a etapa de estudos e elaboração de CI propiciou uma percepção de relação mais abrangente entre os conhecimentos específicos da química (teoria) e o cotidiano (prática).

Isso pode gerar uma reflexão de que, muitas vezes, o ensino da graduação pode possuir um grande enfoque no plano teórico e se desconectar das aplicações práticas que os conhecimentos científicos podem ter. Compreendemos que desenvolver um CI baseado em um TDC sobre uma pesquisa científica exigiu dos petianos o estabelecimento de uma relação entre teoria (aprofundada na Etapa 1 e materializada na Etapa 2) e a prática. Novamente, os petianos se depararam com um novo desafio de transposição de gênero textual, isto é, como os conceitos de MOFs luminescentes podem ser inseridos em uma história atual, com personagens e que apresenta um dilema científico. Além dessa, identificamos outras perspectivas em relação ao futuro profissional.

B9: Então, você poder trabalhar com outras pessoas, respeitar a opinião de outras pessoas, você tá pensando numa coisa e outra pessoa contribui, uma coisa que tava faltando e você acaba agregando a formação e vê que as coisas vão mudando, é muito bom porque querendo ou não a gente sai da universidade um pouco mais preparado pro mercado de trabalho (GF3).

Para B9, como mostra o extrato, o reconhecimento para o futuro profissional também se deu no sentido de outras habilidades já mencionadas como *soft skills*. Além da criatividade, citada em diversos momentos do GF, por diversos participantes, o petiano reforça o trabalho em equipe e colaborativo como uma das habilidades importantes para o mercado de trabalho, que futuramente irá enfrentar.

Os dois últimos códigos analíticos são mais específicos em relação à DC e aos CI, e, portanto, apareceram no bloco II e bloco III dos GF, respectivamente. O Quadro 14 apresenta a frequência de identificação do código “percepção de aprendizagem da DC como um gênero discursivo específico” nas questões do bloco II.

Quadro 14. Frequência e distribuição do código analítico “percepção de aprendizagem da DC como um gênero discursivo específico”.

<i>Percepção de aprendizagem da DC como um gênero discursivo específico</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco II	Q4	X	X	X	X
	Q5	X			
	Q6	X	X	X	X
	Q7				
	Q8		X		X

Fonte: elaboração própria.

Com esse código analítico, foi possível identificar diversos aspectos e características da DC que os caracterizam como um gênero discursivo próprio, diferente do discurso científico técnico comum na linguagem acadêmica. O código foi identificado em todos os GF e, na maioria das vezes, em mais de uma questão e por mais de um petiano.

Em função da expressiva frequência de identificação do código, inclusive entre diferentes petianos do mesmo GF, optamos por discuti-lo com mais detalhes. Assim, compilamos diferentes falas de acordo com as diferentes perspectivas que englobam a complexidade que é reconhecer a DC como um gênero discursivo específico.

Os seguintes trechos são extratos demonstrativos e foram agrupados dentro da perspectiva de que, por se tratar de um gênero específico, o discurso da DC difere do discurso científico, apropriado dentro do âmbito acadêmico.

L2: assim, não passa nem perto né gente? Porque uma coisa é a gente relatar a situação, ou tentar explicar de forma muito técnica. Chega até ser mais fácil, né? relatar de forma técnica. Agora esse ato de tentar explicar pro outro, em uma escrita mais cotidiana, em uma forma de divulgação mesmo, acho que fugiu bastante, eu concordo totalmente com o que a B1 falou. A gente sentiu assim no fundamental, estamos aqui voltando a aprender como escrever (...) porque a linguagem ali é diferente, né? (...) eu particularmente acho que a forma técnica de falar ficou meio monótono ali pra gente na graduação, é muito mais fácil da gente usar tudo no técnico, parece que todo mundo entende ali (G1).

B11: Por mais que fosse um assunto da nossa área, a maneira de produzir e estruturar não tem nada a ver com a nossa área. E é um gênero que você nunca aprendeu, eu pelo menos nunca aprendi que a estrutura de um TDC não é uma dissertação só. Então foi um conhecimento a mais, foi difícil porque eu não queria cair em (...) nesses vícios de outro texto, então "ah, eu não quero fazer uma introdução, tipo introdução de redação dissertativo, ou uma

introdução narrativa" porque não é nenhum dos textos, então tinha que fazer esse exercício mentalmente para não cair nesses vícios e ao mesmo tempo formar uma estrutura que já estava certa (G4).

Esses trechos constituem-se como uma importante evidência de que esses petianos foram capazes de reconhecer a necessidade da transposição de uma comunicação puramente técnica e objetiva proveniente do discurso científico, não somente em termos de linguagem, mas também em estrutura, composição e estilo. Mais importante, notamos uma compreensão de que divulgar a ciência não é uma tarefa trivial, mas demanda uma série de movimentos e cuidados que muitas vezes não são necessários no discurso cotidiano.

Conforme discutido anteriormente, a comunicação intra e extrapares ocorre com o compartilhamento de significados próprios da área. Como explicitado por L2, por estarem imersos nesse tipo de comunicação, a linguagem e estruturação técnica pode ser considerada mais habitual para os estudantes. A fala proferida por B11 corrobora essa ideia ao comentar sobre os "vícios" do discurso científico.

Discutimos anteriormente o papel da Etapa 1, que tinha como objetivo fornecer uma base teórica e metodológica sobre MOFs aos petianos, para que eles pudessem se apropriar dos conceitos e técnicas da pesquisa para fundamentar a produção dos materiais. Isso significa um movimento de se apropriar da linguagem e dos códigos compartilhados entre os especialistas da área de MOFs.

Podemos pensar que para tal finalidade foi necessária uma série de atividades que envolveram, como discutido, a retomada de conhecimentos básicos ou a aprendizagem de conhecimentos pouco explorados. Ainda que esse movimento possua certa complexidade, compreendemos que a comunicação extrapares é facilitada, em função da formação em química ser comum a todos os envolvidos. Isso significa que alguns termos e conceitos envolvidos na pesquisa já fazem parte do discurso, mesmo que em diferentes níveis, sendo uns mais familiarizados e outros menos.

Por outro lado, materializar esses conhecimentos em um texto com o objetivo de divulgar a ciência envolve a fundamentação nas bases da DC, sobretudo, de TDC, para que não seja uma mera simplificação do discurso original. Em relação a isso, pudemos notar que houve uma grande mudança na compreensão do que era DC antes e após o desenvolvimento do *design*.

B8: quando entrou na parte da divulgação, você meio que começa a ver com outros olhos, que não é simplesmente "ah, eu vou só reescrever algo de uma

forma um pouco mais simples", tem toda uma estratégia envolvida, não é simplesmente fazer uma troca de palavras. Então, eu diria que foi desafiador porque a gente conseguiu meio que entender que não é algo tão simples de se fazer e, por isso, também deve ser algo muito valorizado daqui pra frente, por todo mundo né? (G3).

Nessa fala, fica evidente uma concepção inicial de *senso comum* reducionista de que divulgar a ciência é simplificar o discurso científico e, principalmente, de que esse movimento era simples e trivial. Ainda nessa perspectiva, destacamos os seguintes trechos como extratos demonstrativos.

L2: também tirar aquela percepção que a divulgação científica tem que ser feita de forma super informal, né? porque a gente fica com essa impressão né? "ah, vamos divulgar a ciência", aí você chega em qualquer pessoa no meio da praça, sabe? O *banner*, um outdoor em qualquer lugar, né? Eu tinha essa impressão que a divulgação científica tem que ser igual marketing, tem que ser marketeiro. E gente, pelo amor de Deus né? consciência científica aqui pra gente conseguir passar as informações. (...) Se é um artigo então não é uma divulgação científica. Eu achava que a divulgação científica tinha que ser muito pro povo né, quando eu digo pro povo assim, muito informal, muito né? mal feito quase né? ou a informação tem que ser passada totalmente desestruturada né? Aí eu também tive esse "startzinho" (G1).

B5: Bom, eu acho que a gente sempre viu DC como tipo talvez explicar de uma forma até como a gente faz e explicar assim, pelo menos, eu nunca parei pra pensar que tem que ser algo que realmente atinja o público que não tem nenhum tipo de conhecimento. Porque às vezes a gente faz, sei lá, vou utilizar um exemplo, a gente faz Iniciação Científica e faz um artigo, ainda ali a gente tá divulgando a ciência, mas não tá atingindo todos os tipos de público, então acho que mudou essa percepção de entender que a DC tem que ser algo que também atinja públicos que não saibam sobre esse assunto e, foi bem diferente (...) de começo eu falava "ah, tem que divulgar a ciência pra comunidade externa", mas tá bom, como? Então, assim, essa foi uma grande mudança (G2).

Nesses trechos é possível destacar um ponto essencial que exemplifica muito bem a concepção de divulgar a ciência que, muitas vezes, é concebida dentro das universidades. É muito comum que pesquisadores, principalmente na busca por valorização, reconhecimento e maiores investimentos, sintam a necessidade de exceder as barreiras da universidade e mostrar ao público externo o que tem sido feito dentro dela. Essa necessidade se agrava à medida que se acentuam os movimentos de desmontes da universidade pública e de desvalorização das pesquisas científicas.

No entanto, o estudo sobre DC e TDC permitiu que os petianos percebessem que algumas iniciativas, que são consideradas como formas de divulgar a ciência, não são suficientemente embasadas ou não possuem as atribuições necessárias para atingir o público-alvo. Isto é, as informações científicas muitas vezes não estão acessíveis para que o destinatário, um indivíduo não especialista, receba tais informações e, sobretudo, compreenda-as.

Outro ponto fundamental, que fica evidente na fala de L2, é o fato de que muitas vezes essas iniciativas, por falta de embasamento teórico e metodológico, acabam sendo “mal feitas”, isto é, acabam não cumprindo seus propósitos de maneira adequada. Isso vai ao encontro do que foi pontuado por Sleutjes (1999), no Capítulo 2, de que a dimensão da extensão acaba sendo concebida, em muitos casos, como uma atividade meramente burocrática que não representa a totalidade do que é feito dentro das universidades.

Essas discussões acabam corroborando a percepção de experiência formativa significativa, uma vez que vivenciar o projeto e, principalmente a Etapa 2, gerou uma série de reflexões sobre as atividades extensionistas e, como discutido, até mesmo uma autocrítica ao modo de pensá-las e executá-las atualmente dentro das universidades.

Nos trechos expostos anteriormente, também evidenciamos a atenção que os petianos deram ao público leitor dos textos. Especialmente na fala de B5, fica nítida a percepção mais crítica de que escrever um artigo não é divulgar a ciência, principalmente em função do público-alvo desse tipo de texto, o que nos indica que esse pode ter sido um ponto importante levado em consideração pelos petianos. As seguintes falas expressam a mesma preocupação.

L4: Porque eu fico prestando mais atenção né? Porque antes eu acabava consumindo, mas aí por só consumir, por entretenimento mesmo. Aí depois quando eu percebi que tem que ter, tem todo um formato né? tem todo um rigor por trás, e aí as vezes eu acabo percebendo que o que eu consumia era meio que uma DC, mas nem tanto assim. Simplesmente chamar um especialista, muitas coisas que eu via, alguém convidava tipo, podcast um vídeo, que seja, na entrevista chamava um especialista da área e aí a pessoa falava, eles falavam termos completamente, que eu nunca ia saber, tinha que ficar procurando depois, aí eu fiquei assim, tipo, não tem- beleza, ele acaba divulgando, acaba transmitindo a informação, só que não tá com todo o rigor que deveria tá pra ser considerado né? Dificultou ainda mais. E ainda por parte do público, por mais que fale “ah, o público não é especialista, o público leigo” é muita gente. Então, ainda que, como somos universitários, aí a pessoa fala algum termo eu vou pesquisar depois no google, vou tentar saber um pouco mais e eu acabo entendendo um pouco. Mas eu penso que a população mais leiga ainda, será que vai parar, a partir do primeiro termo estranho que eu vi não vai continuar, então, acho que mudou essa percepção do entendimento do que é DC e de como fazer ela da melhor forma (G4).

Pudemos notar nessas e nas falas anteriores que a atenção ao público-alvo é um aspecto fundamental para a DC e foi um desafio aos petianos, uma vez que eles passaram a ter a percepção de que divulgar a ciência não é equivalente a simplificar a informação proveniente do discurso científico, como defendido por Zamboni (2004). Além dessas percepções, discutidas anteriormente, pudemos identificar na fala de L4

o desenvolvimento de um senso crítico em relação ao que é consumido por ele, enquanto espectador.

Diante dessas discussões, podemos inferir que o código analítico “percepção de aprendizagem da DC como um gênero discursivo específico” se enquadra na categoria de “experiência formativa ampla e significativa”. Tal interpretação pode ser explicada em virtude da identificação de falas que remetem uma percepção de que os petianos internalizaram alguns fundamentos importantes da DC, discutidos anteriormente. Dentre os fundamentos, pudemos identificar a classificação da DC como um gênero discursivo, com suas características próprias; as principais diferenças entre um TDC e um texto científico; a importância da acessibilidade na linguagem utilizada na DC e os cuidados necessários com a linguagem para um público não especialista.

O último código analítico foi intitulado “reconhecimento das características e o uso dos CI como uma estratégia inovadora” e foi identificado somente no bloco III do GF, aquele que refere-se à Etapa 3 de estudos e elaboração dos CI, como o próprio nome já sugere. O Quadro 15 apresenta a frequência e distribuição do código nas diferentes questões de cada GF.

Quadro 15. Frequência e distribuição do código analítico “reconhecimento das características e do uso de CI como uma estratégia inovadora”.

<i>Reconhecimento das características e do uso de CI como uma estratégia inovadora</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco III	Q9	X	X	X	X
	Q10	X	X	X	X
	Q11	X	X	X	X
	Q12				
	Q13				X

Fonte: elaboração própria.

Como é possível observar, identificamos o código em todos os grupos focais e na maior parte das questões do bloco III. De forma análoga ao código anterior, compreendemos a complexidade de analisar se a aprendizagem ocorreu, de fato, no entanto, esse não foi nosso intuito. Nesse código, buscamos identificar nas falas dos petianos trechos em que há a percepção de que eles reconhecem o uso de CI como

uma estratégia didática inovadora em sala de aula e as características necessárias para tal finalidade.

Um aspecto fundamental a ser analisado no código foi o reconhecimento de vários problemas provenientes do ensino puramente tradicional. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos que expressam essa percepção, que foi proferida por diversos petianos em todos os GF.

B9: Assim, a capacidade das pessoas de poder explorar sobre o assunto e pesquisar, fazer uma abordagem, trazer propostas pra resolução do problema, vai ser gigantesca. E eu te garanto que os alunos irão aprender muito mais, tendo um problema com isso, do que simplesmente jogar a matéria, dar uma prova daqui um mês e te garanto que depois de 10 dias ninguém tá nem aí com disciplina, porque você esquece, porque você estudou pra que? Pra fazer prova. Então, assim, acho que seria mais uma ferramenta de você acabar consolidando o conhecimento que é ensinado na graduação (...) vai tá fresco o que você aprendeu porque você se envolveu com o caso, você às vezes acabou se identificando com o cenário, se identificando com o tipo de personagem ali, você tomou conta, você se incorporou, você se imaginou ali, fazendo parte da equipe, resolvendo o problema, buscando alternativa pra trabalhar com isso. E assim, você vai ver que o aprendizado desse tópico, dessa matéria, vai ser muito mais assim evidente do que você só simplesmente passar conteúdo e depois cobrar numa forma escrita, né? como já é o meio tradicional da nossa universidade (GF3).

B12: Eu acho que entra naquilo de ser autodidata né? Aquilo de ir atrás. Eu acho que o conteúdo fica mais fixado, mas aí entra naquela coisa que eu já perguntei (...), qual que é o intuito né? de fazer isso, passar todo conteúdo de MOF ou só alguns pontos, porque o nosso caso, por exemplo, só fala da parte de síntese. Não necessariamente sobre as estruturas da MOF, então, as características, então depende muito qual seu objetivo. Se o seu objetivo for pegar alguns pontos assim, e querer que o aluno desenvolva habilidades, acho que não as habilidades técnicas, mas comportamentais, acho que valeria sim (GF4).

Como é possível observar nos extratos demonstrativos, em todos os GF, identificamos pelo menos uma fala que retrata algum problema do ensino tradicional. Destacamos a menção a dois agravantes muito recorrentes nesse tipo de metodologia: o uso de técnicas de memorização e a falta de autonomia e protagonismo dos estudantes em sala de aula.

De forma análoga, os petianos discutem a importância de trazer dinamicidade às aulas, pois é muito comum na metodologia tradicional que os estudantes sejam vistos como passivos do processo, isto é, ficam apenas sentados em fileiras recebendo as informações que são transmitidas pelo professor, aquele que domina o conteúdo.

Por sua vez, B9 destaca a potencialidade de se trabalhar a partir da resolução de um problema, argumentando que no método tradicional é comum que os

estudantes esqueçam o conteúdo após fazer a prova. Já com a resolução de problemas, segundo o estudante, o conteúdo estaria mais fixado pois há um envolvimento maior com o estudante.

Na fala de B12 identificamos a mesma perspectiva em relação a uma expectativa de aprendizagem mais significativa em virtude da maior autonomia e da aprendizagem autodirigida, que é uma das características marcantes do uso de CI. No entanto, um aspecto interessante foi destacado por B12, no que diz respeito à adequação do uso da estratégia didática com as intenções e objetivos do professor.

Com base nessas e outras falas proferidas pelos petianos, foi possível inferir que há um certo reconhecimento das problemáticas que envolvem o modelo de ensino historicamente tradicional consolidado no ensino de graduação. Essas percepções são concebidas a partir de suas próprias vivências enquanto alunos do curso de Química na instituição.

Todavia, previamente à elaboração propriamente dita dos CI, desenvolvemos uma série de atividades que envolviam a discussão das potencialidades dos CI, principalmente na perspectiva do ensino de graduação. Tais potencialidades também foram identificadas nas falas dos petianos, inclusive, nos trechos anteriores já foi possível identificar alguns traços das potencialidades. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos.

L2: Então acho que faz total diferença na aprendizagem... Imagina uma visão de um aluno, de um adolescente do ensino médio, dele buscar as informações, ele explica pra gente, né? Pros professores, ele conseguir explicar pra gente isso já diz tudo, né? então acho muito importante. Eu acho um super avanço também, e acaba despertando curiosidade nos alunos, né? que instiga eles a aprender (GF1).

B2: Eu ia falar que fora a situação que pelo menos assim, quando a gente vai no laboratório, a gente faz os relatórios, a gente faz tudo em pequena escala, né? E a gente fica só ali. Por exemplo, se a gente começasse a usar casos pra coisas maiores, igual, na indústria (...) antes, eu não tinha contato e meus amigos não tem muito contato assim com processos industriais, coisas do tipo, em larga escala. Então, eu acho que falta muito isso, de ver coisas na prática. (...) Então, se mudasse um pouco dessa dinâmica, além de ser mais atrativo, também ajudaria a gente a pensar mais lá na frente, porque não adianta a gente ficar ali só no laboratório fazendo coisinhas e depois ir pra um lugar que é um negócio totalmente diferente e você não tem muita noção. Então, os casos ajudariam muito nisso, muito. Assim como foi falado né? o pessoal de medicina usa isso bastante pra saber o que acontece lá, por exemplo, com um paciente, né? A gente também tem que saber o que acontece, por exemplo, com uma indústria, acontece em um laboratório, acontece em tal lugar. E é muito difícil a gente ter essa noção de forma geral, mas aí com os casos, isso daí seria muito mais acessível, seria muito mais fácil entender. Porque eu tive muito problema com isso no começo, quando

eu entrei assim, eram poucos professores que passavam essas coisas. Era sempre uma coisa muito teórica assim (GF2).

B7: É, o CI aplicado na aula é meio que um desafio né? pro aluno resolver. E aí eu acho que isso, com certeza, acaba chamando mais atenção dos alunos, desperta mais interesse em aprender a matéria e também pode ser uma forma de tanto você aprender mais, resolvendo o caso, e de avaliação mesmo né? diferente da tradicional. Porque a gente tá muito acostumado, aí, vai lá vê o professor falando, falando, falando, falando e enchendo a lousa, passando slide e depois faz a prova lá e acabou, sabe? não tem uma atividade mais construtiva. E aí que a gente acaba só decorando e aí sabe? o que a gente aprendeu? Então, aplicar os CI eu acho que é uma maneira de melhorar bastante o aprendizado dos alunos na matéria, porque acaba chamando mais atenção, puxando mais interesse mesmo né? você vê uma aplicação, você sentir empatia pela pessoa do- pelo personagem do caso, né? você se sentir atuando no problema, então acho que, com certeza, faria total diferença (GF3).

B11: Eu acho que vale a pena, principalmente por causa disso, desenvolve habilidades comportamentais. Você trabalha em grupo, tem que propor uma solução, que tem que ser uma solução real, não pode ser uma coisa assim utopia. E você tem que confiar na sua solução, você tem que propor e falar assim "não, eu me responsabilizo pela solução que eu tô propondo e eu acho que é válida". Então, acho que isso, além de você ter que ir atrás da matéria e buscar tudo, você desenvolve mais essas habilidades (GF4).

Foi possível observar a menção a uma série de potencialidades relacionadas ao uso dos CI. A petiana L2, por exemplo, explicitou a importância de um aluno não somente ser capaz de buscar as informações, mas também ser capaz de argumentar sobre elas.

A B2, por sua vez, mencionou a potencialidade que um CI tem de aproximar o estudante do seu futuro profissional. Muitas vezes, com aulas tradicionais e a mera transmissão acrítica do conhecimento, os estudantes não são capazes de articular a teoria e a prática. Essa fala foi importante no sentido de reforçar a problemática, que foi discutida nos capítulos anteriores, de que muitas vezes a academia encontra-se descolada das demais esferas da sociedade.

Conforme o próprio exemplo utilizado pela petiana, muitas vezes se aprende conceitos e técnicas específicas que não são aplicados aos problemas reais enfrentados na indústria, por exemplo. Isso pode ser considerado um grande problema quando se tem como objetivo a formação ampla de futuros profissionais da área de Química.

O uso de CI, portanto, permitiria o rompimento com a dicotomia entre teoria e prática, uma vez que envolve a resolução de um problema real ou fictício enfrentado por personagens em uma história. Além disso, como mencionado por outros petianos, apresenta como potencialidade despertar o interesse e engajamento do estudante,

trabalho em grupo, a capacidade de tomada de decisão e a aprendizagem autodirigida.

É importante lembrar que existem uma série de características fundamentais para que um CI seja considerado bom, de acordo com a literatura, para que essas habilidades mencionadas anteriormente possam ser desenvolvidas. Ao longo do processo, os petianos tiveram contato e exploraram essas características. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos.

B1: Eu senti que do TDC pro caso foi mudar do preto pro branco assim, a gente não tava mais preocupado em como a gente ia passar a informação e alguém poder entender. A gente tava muito preocupado em fazer um direcionamento, né? Tanto que foi algo que a gente teve dificuldade no começo do grupo entender. A gente tava querendo um direcionamento específico, então foi como aprender um novo gênero textual de novo e, ter que trabalhar tudo isso de novo (GF1).

B5: Então, por exemplo, o nosso caso que a gente fez, que a gente fez um lado todo romântico ali, a *fanfic* que a gente criou, mas tipo, querendo ou não, aquela é uma situação que poderia acontecer rotineiramente. Então, eu como química, como pesquisadora, eu me interessaria ainda mais por fazer as coisas que futuramente pretendo fazer na indústria ou em pesquisa (GF2).

B8: Eu acho que também outra coisa que foi bem difícil foi, por exemplo, o caso por característica não pode ser muito longo, porque senão ele perde um pouco da identidade dele. Então acho que uma das principais dificuldades foi a gente conseguir introduzir o cenário da nossa história em poucas palavras, ao mesmo tempo desenvolver os personagens, atribuindo as características devidas e tentar fazer o leitor se sentir mais próximo ou, se sentir uma certa emoção pra se prender ao caso e continuar lendo e, ao mesmo tempo, introduzir a parte técnica, né? Do que a gente tá querendo abordar. Então, são várias coisas que a gente tinha que conter no CI pra pouco espaço pra desenvolver. (...) Tentar passar tudo e desenvolver tudo de maneira sucinta, em poucas palavras, pra que o caso ficasse de certa forma curto e não muito longo, né? (GF3).

Notamos que os petianos foram capazes de reconhecer as principais características de um bom CI, propostas por Herreid (1998) e discutidas no Capítulo 2. Podemos inferir, dessa forma, que para a elaboração dos CI, foi necessário o desenvolvimento de um arcabouço teórico e metodológico sobre o uso da estratégia didática, fundamentado na literatura especializada.

Em síntese, apresentamos 6 códigos analíticos até aqui. Os códigos foram aglutinados e resultaram na proposição da categoria denominada “experiência formativa ampla e significativa”. A análise dos trechos apresentados como extratos demonstrativos nos permitiu inferir que a participação no projeto do *design* englobou diversos processos formativos.

Segundo os indícios de percepção dos petianos, compreendemos que esses processos podem ter sido relevantes não somente para expansão e aprofundamento de conteúdos curriculares e extracurriculares, mas também para contribuir com sua formação abrangente e futura atuação profissional. Vale reforçar que nosso intuito não foi analisar se as aprendizagens ocorreram de forma significativa, mas sim investigar a percepção dos petianos em relação ao processo vivenciado por eles durante a implementação do *design*, o que, conseqüentemente, engloba compreender os processos formativos que podem ter sido importantes para o desenvolvimento de tais percepções.

Como o próprio nome da categoria sugere, os processos formativos são amplos e envolvem interfaces interdisciplinares entre a química inorgânica, a comunicação científica e o ensino de química da graduação. Em um primeiro momento, podemos pensar que estudar sobre os conceitos químicos que envolvem a pesquisa de MOF foi importante para aproximar e envolver os petianos no universo da pesquisa, como discutido na categoria anterior, mas não se limita a isso. De acordo com os dados apresentados, identificamos indícios nas falas de alguns petianos de que esse processo poderia ter cumprido um papel de formação desses graduandos.

Na Etapa 1 do *design*, os aspectos teóricos e metodológicos acerca das MOFs foram estudados detalhadamente pelos petianos. Ressaltamos que esses conteúdos são previstos na estrutura curricular dos petianos, com maior detalhamento no curso de bacharelado. Já nas Etapas 2 e 3, os conteúdos abordados referem-se a conhecimentos que não pertencem ao currículo dos estudantes.

Nesse sentido, com os códigos analíticos “percepção de aprendizagem significativa de conteúdos curriculares” e “percepção de experiência extra curricular inovadora”, pudemos inferir que a vivência das atividades propostas pelo *design* foi importante no sentido de formação dos petianos, seja em conhecimentos que os petianos já estão familiarizados, seja em novos conhecimentos não previstos no curso de graduação. No primeiro caso, segundo alguns relatos, houve a percepção de que a aprendizagem foi mais significativa e mais aprofundada. No segundo caso, alguns petianos reconheceram a experiência como inovadora, isto é, diferente do que estão acostumados a experienciar no curso de graduação.

Essa percepção de aprendizagem e de experiência significativa acaba sendo reforçada por um sentimento de autoconfiança por parte dos petianos, identificado durante as análises do código “sentimento de reconhecimento e autoconfiança”. O

código “reconhecimento da importância para o futuro profissional” também corrobora a perspectiva de que o processo envolvido no projeto pode ter contribuído como um processo formativo dos petianos.

Analogamente, os dois últimos códigos forneceram indícios de que para a materialização dos textos propostos, foi necessária a compreensão e a internalização de um quadro teórico e metodológico sobre DC e CI. Apesar de serem áreas distintas da Química propriamente dita, podemos pensar, a partir dos indícios encontrados nessa categoria, que a interface entre as três diferentes áreas propiciou um momento formativo significativo e amplo aos petianos.

5.1.3 Categoria “Gerenciamento do *design*”

A terceira categoria, intitulada “Gerenciamento do *design*”, foi definida da seguinte forma.

- **Gerenciamento do *design*:** *avalia as características inerentes ao processo de implementação do design no contexto específico PET-Química, isto é, o impacto da escolha e da estruturação das atividades propostas nas diferentes etapas do design.*

Ao todo, identificamos 5 códigos analíticos que a compuseram. O Quadro 16 apresenta a distribuição dos códigos analíticos em cada um dos blocos do GF. Identificamos códigos dessa categoria nos três blocos do GF.

Quadro 16. Códigos analíticos da categoria “gerenciamento do design”.

Categoria analítica	Códigos analíticos	Blocos do Grupo Focal		
		Bloco I	Bloco II	Bloco III
Gerenciamento do <i>design</i>	Instrumentos e exemplares de referência		X	X
	Trabalho em equipe e colaborativo		X	X
	Mediação da equipe multidisciplinar	X	X	
	<i>Feedback</i> e avaliação formativa		X	X
	Dinâmica integrativa, gradual e não linear do processo	X	X	X

Fonte: elaboração própria.

O primeiro código analítico, denominado “Instrumentos e exemplares de referência”. O código foi identificado nos blocos II e III. O Quadro 17 apresenta a frequência e distribuição desse código nas diferentes questões de cada GF.

Quadro 17. Frequência e distribuição do código analítico “Instrumentos e exemplares de referência”.

<i>Instrumentos e exemplares de referência</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco II	Q4	X			
	Q5				X
	Q6				
	Q7		X	X	
	Q8				
Bloco III	Q9				
	Q10				
	Q11			X	
	Q12	X			X
	Q13				

Fonte: elaboração própria.

Como o próprio nome sugere, com esse código pudemos compreender como a utilização dos instrumentos previamente preparados influenciou no processo.

B7: Desde o início assim, entrando no tópico, aí depois a gente fez a análise de um texto, com todos aqueles- aquela tabelinha, então, isso ajudou bastante né? E na hora de escrever o texto também tinham aqueles tópicos pra gente verificar e (...) da estrutura do texto em si e da linguagem também, eu acho que tudo isso contribuiu bastante. Se não tivesse essa etapa toda, esse caminho todo percorrido, eu acho que seria muito mais difícil escrever o texto de divulgação (GF3).

Apesar de não ser em todos os GF, alguns petianos relataram que os instrumentos serviram como guia para a escrita do texto. Todavia, dois petianos relataram que o preenchimento dos instrumentos acabou tornando engessado o processo de escrita.

B1: Eu lembrei agora de quando a gente teve que preencher aquela planilha, mais ou menos sobre o nosso texto e a gente nunca completava ela inteira, porque a gente sentia muita dificuldade, a gente sempre achava que ela era uma coisa mais meio e final de texto. A gente entendia como ela podia nortear

a gente, mas o nosso grupo em particular, e conversando com o pessoal, acho que ninguém completava tudo. Porque a gente não conseguia, tipo, pensar o texto e transformar naqueles tópicos que a gente tinha que preencher. Mas, conforme a gente ia escrevendo o texto, a gente conseguia voltar lá e ver se tava encaixando. Acho que foi mais isso, porque ela ao invés de começo, a gente sentia que era mais meio (GF1).

Compreendemos que essa fala retoma a discussão do código anterior “dinâmica gradual e não linear”, em que as etapas foram planejadas com o objetivo de fornecer ferramentas e orientar a escrita dos textos, não necessariamente de forma linear. Isso significa que por mais que cada uma das atividades tivesse a sua data prevista para realização, elas não só poderiam, como deveriam ser revisitadas e aprimoradas com o passar do tempo.

Em relação aos exemplares de referências, identificamos que a contribuição foi positiva, de acordo com a percepção dos petianos, conforme os extratos demonstrativos seguintes.

B2: Eu acho que a linha de raciocínio que a gente fez ali, que a gente pegou um texto aí leu, aí explicou, aí fez um quadrinho [instrumento], eu acho que ela foi ótima porque fez a gente analisar cada tim tim, cada coisinha por coisinha e eu acho também concordo com a B4, a parte ali de pegar o texto e analisar foi uma das melhores partes. Porque quando você lê um texto, você não presta atenção nessas coisinhas minúsculas, aí quando você vai falando pra gente, a gente vai falando "nossa, ó isso aqui né? que que tem que colocar ali?" (GF2).

B10: No começo eu acho que ter um modelo, porque a gente quando não sabe fazer alguma coisa, ou é algo novo, a gente procura primeiramente tentar achar algo que seja semelhante pra gente poder se guiar melhor. Mas aí com as etapas bem divididas assim, aí deu pra ir estruturando e fazendo um pouquinho, um passo de cada vez, e chegar no resultado que a gente queria. Mas acho que essa questão aí foi a principal. Ter um modelo ali pra seguir, sabe? (GF3).

Com esses trechos fica evidente que ter exemplares de referência foi algo que impactou a escrita dos textos, isso porque a grande maioria dos petianos não tinham contato diretamente com TDC e nunca haviam escrito antes.

Vale mencionar que, além de uma mera leitura de TDC e CI exemplares, os petianos realizaram movimentos de análises e identificação de elementos característicos de cada texto, o que compreendemos ser uma forma de aumentar a capacidade crítica dos mesmos. Nessa atividade, foram utilizados TDC da Revista Ciência Hoje e CI publicados pelo grupo de pesquisa GPEQSc, que há anos trabalham com essa temática.

Dessa forma, podemos interpretar que a etapa de “análise de TDC” e “análise de CI” contribuiu, de acordo com a percepção dos petianos, na elaboração dos

materiais, promovendo um olhar mais detalhista à aspectos dos textos que são orientados sob a luz de um quadro teórico.

O terceiro código analítico foi intitulado “trabalho em equipe e colaborativo”. O Quadro 18 apresenta a frequência e distribuição do código entre os blocos de cada GF.

Quadro 18. Frequência e distribuição do código analítico “trabalho em equipe e colaborativo”.

<i>Trabalho em equipe e colaborativo</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco II	Q4	X			X
	Q5				X
	Q6				
	Q7				
	Q8				
Bloco III	Q9			X	X
	Q10				
	Q11		X		
	Q12				
	Q13				

Fonte: elaboração própria.

As atividades de cada etapa foram planejadas para serem executadas em equipes colaborativas. Assim, há o trabalho colaborativo não somente entre os membros de uma mesma equipe, mas também entre equipes distintas. Com esse código, foi possível compreender a percepção dos petianos a respeito desse tipo de dinâmica.

B2: É, e também a questão de trabalhar em grupo, eu lembro que quando a gente precisou começar a escrever o nosso, que foi quando a gente fez o quadro, mas sobre o nosso caso, tava só eu e o B3. A B5 e a B4 não estavam juntas. Aí a gente construiu uma coisa lá. E a gente tipo "nossa, arrasamos, as meninas vão adorar, já tá pronto nosso texto, só botar lá na folha e tudo certo". Aí chegou os quatro e ficamos meia hora assim, né? "meu deus, que que a gente tava fazendo" (*risos*) e então você percebe como trabalhar em grupo é importante e facilita muito né? Porque aí um escreve ali, outro pensa naquilo, faz aquilo. E a gente se deu muito bem trabalhando, sabe? acho que por ser um grupo pequeno (...) assim, tem mais de uma cabeça pensando,

mas também não são muitas, então isso ajudou bastante, contribuiu bastante pra gente (GF2).

B10: (...) aprimorou esse lado nosso também de trabalhar em equipe. A gente, por mais que eu, o B8 e B9 somos da mesma sala, a B6 e B7 não, mas a gente soube lidar assim um com os outros, conseguimos, tipo, cada um absorver a informação que alguém trazia pro grupo e também aprendemos a avaliar o que o outro tá tentando propor e tentar adaptar. As vezes ele trouxe uma ideia, mas aí o outro aprimora um pouquinho mais, tenta trazer uma coisa que deixou uma cara mais bacana pro texto, fizemos também tudo de modo a ficar de acordo, todo mundo sempre ter o mesmo pensamento de que tá legal (GF3).

Com base nos trechos desse código analítico foi possível compreender que o trabalho colaborativo foi, de acordo com a percepção dos petianos, de grande valor para o enriquecimento do processo. Notamos, ainda, uma grande preocupação em relação ao envolvimento dos membros de cada equipe. De acordo com algumas falas proferidas por eles, a aprovação de todos os membros foi fundamental para a elaboração da versão final dos textos.

Além da colaboração entre pares, houve o trabalho colaborativo entre os petianos e a equipe de trabalho do *design*. Em alguns momentos dos GF, os petianos deixaram claro suas percepções acerca da participação da equipe de trabalho do *design* e o papel que cada um desempenhou no processo. Para realizar tais interpretações, apresentamos o código “mediação da equipe multidisciplinar”. O Quadro 19 apresenta a frequência e distribuição do código nas questões de cada GF.

Quadro 19. Frequência e distribuição do código analítico “mediação da equipe multidisciplinar”.

<i>Mediação da equipe multidisciplinar</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco I	Q1				
	Q2				
	Q3	X	X	X	
Bloco II	Q4		X	X	
	Q5				
	Q6				
	Q7			X	
	Q8				

Fonte: elaboração própria.

Nesse sentido, retomamos a ideia defendida por Kneubil e Pietrocola (2017) sobre a importância de se ter uma equipe de trabalho multidisciplinar, em especial, com professores e pesquisadores da área. Esse pressuposto pode ser corroborado a partir da percepção dos petianos sobre a participação de alguns membros da equipe. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos.

B8: eu consegui ter o contato mais próximo possível de uma IC, por exemplo, ver como que foi todo o trabalho também, todas as reuniões que o Olavo fez com a gente, relatando os passos que ele foi dando pra ir desenvolvendo a pesquisa dele, as dificuldades que ele foi encontrando, então acho que tudo isso também contou pra nossa formação também. Aqueles que não tiveram a experiência com uma IC, pelo menos, puderam ter uma noção de quais são as dificuldades que você enfrenta quando você decide tomar a frente pra esse tipo de trabalho e também (...) outra- o quanto aprofundado você pode chegar numa determinada área, né? de estudo (GF3).

B6: Eu ia comentar que essas etapas foram muito importantes, né? cada uma com sua importância. Inicialmente, quando a gente teve a palestra com a professora, trouxe o conhecimento né? de como que ia funcionar, do que que é (...) como que a gente poderia fazer, trocar um pouco de ideias (GF3).

B5: (...) Porque foi até o que o jornalista Henrique tinha comentado pra gente, a gente falando de íons é um assunto tão aí, prático pra gente, a gente olha e já sabe o que é. Então foi, tipo assim, um desafio, mas acho que foi um pouco o que a B4 falou, a gente aos poucos foi vendo como fazia e foi lidando assim, foi aprendendo de certa forma (GF2).

No caso do *design*, em particular, propusemos uma interface entre três diferentes áreas e, por esse motivo, contamos com a colaboração de uma equipe de professores e pesquisadores das três áreas. No primeiro extrato, podemos observar que a participação do integrante do *Applied MOF* foi de grande valor para B8 no sentido de compartilhar suas experiências de condução de uma pesquisa de iniciação científica.

No segundo extrato, observamos a contribuição da professora que realizou o seminário disparador sobre DC. De acordo com B6, esse momento de contato inicial com o tema gerou trocas importantes que impactaram de certa forma em sua formação. Por fim, no último extrato, B5 relata sobre o papel fundamental desempenhado pelo jornalista da UNESP acerca da revisão realizada nas últimas versões dos TDC.

Com isso, notamos que houve uma percepção de que a participação de professores e pesquisadores especializados no assunto impactou de forma positiva nos aprendizados e trocas dos petianos ao longo do processo. A presença de especialistas na equipe permitiu que as eventuais dúvidas fossem sanadas e que os produtos finais apresentassem maior rigor teórico e metodológico.

Assim, podemos dizer que a análise por especialistas e por pares foi outra etapa mencionada pelos petianos. O código “*feedback* e avaliação formativa” revela algumas percepções acerca da atividade.

Quadro 20. Frequência de identificação do código analítico “*feedback* e avaliação formativa”.

<i>Feedback e avaliação formativa</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco II	Q4				
	Q5				
	Q6				
	Q7	X			X
	Q8				
Bloco III	Q9			X	
	Q10				
	Q11	X	X		
	Q12		X		X
	Q13				

Fonte: elaboração própria.

Nesse código, verificamos a percepção de alguns petianos sobre a forma de avaliação que foi realizada ao longo do processo de elaboração. Como mencionado, após a escrita da primeira versão dos textos, realizamos a etapa de análise por pares e por especialistas. Nesse momento, cada texto recebeu uma revisão de outro grupo e da equipe multidisciplinar. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos do código.

B4: Na hora que cê tá escrevendo, cê tá achando ali “nossa, tá ficando perfeito, sensacional”, aí vem alguém e fala assim “ô, cê pode mudar aqui” aí a gente fica “nossa, verdade”, né? pode melhorar, então é legal isso, porque as vezes você enxerga de um jeito, mas outras pessoas que não fizeram o texto enxergam de outro. Então, essa análise por pares é muito legal mesmo (GF2).

B11: Eu acho que principalmente na hora de revisão dos outros textos, que aí a gente via o que não concordava e a gente até falava no nosso “ah, isso aqui no nosso tem uma coisa parecida, não é legal, vamos trocar”, então essa revisão de fazer de outro grupo e de receber uma outra revisão que não fosse a nossa, ajudou muito (GF4).

Foi possível notar que não somente o caráter formativo que confere a revisão de seus próprios textos por seus pares, como também os impactos do próprio ato de realizar a revisão em um outro texto. Por um lado, os petianos receberam o olhar crítico dos pares que não acompanharam de perto a escrita do texto e, portanto, havia a perspectiva de primeira leitura de um novo leitor. Por outro, ao realizar esse movimento de analisar outro texto, retomamos a perspectiva de desenvolvimento da capacidade crítica dos petianos o que, conseqüentemente, retorna com avanços em seus próprios textos.

Além disso, ao final de cada atividade proposta foram realizadas discussões gerais, o que acabou propiciando *feedbacks* sobre o desenvolvimento de cada grupo. Entendemos que os *feedbacks* e os movimentos de revisões constantes das versões dos textos conferem ao processo um caráter de avaliação formativa, que permite aos petianos aprenderem com seus erros e acertos, inclusive, em um trabalho colaborativo entre diferentes grupos.

Por fim, o último código foi intitulado “dinâmica integrativa, gradual e não linear do processo” e foi identificado nos três blocos do GF. Nos blocos II e III foi identificado em todos os GF. Já no bloco I, somente no GF1. O Quadro 21 apresenta um panorama da identificação desse código entre as questões de cada GF.

Quadro 21. Frequência e distribuição do código analítico “dinâmica integrativa, gradual e não linear do processo”.

<i>Dinâmica integrativa, gradual e não linear do processo</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco I	Q1				
	Q2				
	Q3	X			
Bloco II	Q4		X	X	
	Q5				
	Q6			X	
	Q7	X	X	X	X
	Q8				
Bloco III	Q9	X	X	X	X
	Q10				
	Q11	X		X	
	Q12	X	X	X	X
	Q13				

Fonte: elaboração própria.

Nesse código, pudemos compreender o impacto de algumas características do processo em relação à escolha e estruturação do projeto como um todo. Os seguintes trechos foram selecionados como extrato demonstrativo do código.

L4: Eu acho que foi um processo um pouco lento, talvez, mas ao mesmo tempo enriquecedor, porque acho que passar essa informação toda de uma vez, como se fosse algo condensado em uma semana, acho que não seria tão rico porque o processo de elaborar o texto demorou o que? umas 2 semanas então, foi importante (...) acho que esse tempo pra assimilar cada coisa que a gente foi fazendo eu acho que foi essencial, porque a gente foi tendo ideias, mas demorou de verdade assim pra eu falar "nossa, talvez essa seja boa". Então, esse tempo pra gente já ir pensando né? A gente dorme, aí acorda com uma ideia, aí deita, aí cê formula (...) (GF4).

B9: Ah, no começo foi um pouco conturbado, né? Acho que era muita informação pra gente lidar. Então, meio que a gente acaba ficando perdido, mas ao decorrer do tempo, os primeiros rascunhos, as correções, as análises, creio que isso foi fundamental pra que a gente pudesse ter um norte, de um sentido ali, pra gente poder caminhar (...) então a gente foi criando e

construindo ao longo do tempo, facilitou bastante, né? de poder chegar na versão final como a gente chegou (GF3).

Conforme descrito no Capítulo 4, o projeto foi planejado de forma que cada atividade, gradativamente, pudesse fornecer ferramentas aos petianos e, desenvolver uma capacidade crítica, para que, dessa forma, eles fossem capazes de elaborar os textos propostos de forma fundamentada. Por se tratar de um grande projeto, que envolveu a articulação entre áreas distintas numa perspectiva inovadora, como discutido anteriormente, esse processo exigiu um longo período de tempo para a execução de cada uma das atividades.

Por um lado, as atividades foram executadas gradualmente, com o objetivo de munir os petianos de fundamentos teóricos e metodológicos sobre MOFs, TDC e CI. Por outro lado, as atividades eram constantemente revisitadas em um processo não linear de escrita, construído ao longo do tempo. Com base na expressiva frequência de identificação do código, podemos dizer que a estrutura do projeto, de certa forma, impactou na execução das atividades, pois foi algo mencionado em todos os GF e nos três blocos.

Na Etapa 2 e 3, por exemplo, as atividades que antecederam o processo de elaboração, propriamente dita, dos textos, eram de livre acesso aos petianos e, estes relataram que revisar esses materiais anteriores foi importante para o aprimoramento das diferentes versões dos textos.

Em outra perspectiva, identificamos a percepção de alguns petianos acerca da forma como as três etapas foram articuladas entre si e o impacto de uma etapa para a execução da próxima. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos do código.

B1: é porque, querendo ou não, mesmo a gente tendo desviado do enfoque do nosso texto, ele foi toda a base que a gente tinha pra construir o caso, e como a gente tem que dar um direcionamento para quem tá lendo, eu acho que foi essencial (...) A gente não teria nem noção do que é isso. E aí escrever o texto foi como se a gente falasse "ó, você vai usar essa referência", a gente já escreveu a referência e a gente fala que a pessoa vai ter que usar a referência. Então, eu senti que foi bem isso assim, uma base muito grande e a gente já deu esse start, esse *background* pra quem tivesse lendo o nosso caso (...) Eu senti uma facilidade [em escrever o CI] e acho que talvez por a gente já ter escrito o TDC, a gente conseguiu assim, fluir melhor, né? a gente já tinha uma noção de como era escrever alguma coisa (GF1).

B8: Eu particularmente nunca tinha trabalhado com algo desse tipo, mas foi bacana por conta desse sentido, pra gente desenvolver mais ainda a nossa parte criativa e associar ela juntamente com a nossa parte de desenvolvimento do TDC, que foi tudo uma etapa, né? Primeiro a gente fazia um estudo prévio, né? da pesquisa, tentava transmitir essas informações no papel e através dessas informações, tentar desenvolver uma outra forma de

também passar este tipo de conteúdo de uma forma um pouco mais diferente, né? e mais criativa principalmente (GF3).

Como observado na fala de B1, notamos a percepção em alguns petianos de que a escrita do CI foi mais fluida em função de estarem melhor preparados e com maior embasamento, principalmente em relação ao conteúdo químico. Essa percepção, associada aos códigos anteriores, nos indica que houve uma integração entre as etapas do processo e que cada uma das etapas cumpriu um papel formativo, no que tange à percepção dos petianos, que vivenciaram o projeto como um todo.

Em síntese, esses resultados obtidos a partir da categorização “gerenciamento do *design*”, nos permitiu algumas reflexões acerca do processo de planejamento e implementação do *design*. Ao planejar o projeto, buscamos alinhá-lo com os referenciais teóricos que fundamentam as práticas de DC e do uso de CI e, com as particularidades do contexto específico de implementação. Isso nos gera dois blocos de reflexão acerca dessa categoria.

O primeiro é que as atividades propostas em cada uma das etapas buscavam estabelecer relações diretas com o referencial teórico adotado. As Etapas 2 e 3, por exemplo, seguem a mesma lógica de consecução das atividades: I) seminário disparador; II) aula teórica; III) análise de textos referências; IV) elaboração dos textos; V) análise por pares e especialistas; VI) re-elaboração dos textos; VII) diagramação final.

Os petianos tiveram contato direto com o referencial teórico em todas as atividades propostas. Além disso, para a execução das tarefas os petianos deveriam se pautar nos princípios de DC e de CI que foram apresentados a eles em um primeiro momento. Como dito, a perspectiva do projeto foi fornecer diversas ferramentas teóricas e metodológicas gradativamente e, portanto, as atividades de cada etapa cumpriram diferentes papéis no decorrer do processo.

Com esses resultados, observamos que a presença de professores e pesquisadores especialistas foi fundamental para fortalecer as bases teóricas, o que gerou nos petianos a percepção de grande contribuição para a elaboração dos textos. De forma análoga, destacamos a percepção positiva em relação ao uso de instrumentos preparados previamente e exemplares de referência e a uma avaliação com caráter formativa munida de *feedbacks* e revisões.

Esses dados podem nos indicar que as atividades propostas foram além de um papel meramente burocrático e sem valor para os participantes do projeto. Nesse

sentido, a segunda reflexão que essa categoria nos proporcionou foi de que a implementação do *design* se alinhou à diversas atribuições do PET-Química, previstas em documentos oficiais do programa.

Em relação aos objetivos específicos do programa, pudemos observar o cumprimento do: “desenvolvimento de ações coletivas e capacidade de trabalho em grupo”, evidenciado a partir do código “trabalho em equipe e colaborativo”. O objetivo “envolvimento dos bolsistas em tarefas e atividades que propiciem o aprender fazendo e refletindo sobre” também pode ser verificado, principalmente no código analítico “*feedback* e avaliação formativa”.

Em relação às características do PET, destacamos a “atuação coletiva de membros do grupo de diferentes níveis de graduação” e a “interação contínua e trocas entre estudantes e docentes do curso e de programas de pós-graduação”, que foi possibilitado a partir da participação de membros da equipe multidisciplinar, com professores e pesquisadores das três diferentes áreas. Todos esses objetivos e características são previstos no Manual de Orientações Básicas do PET (BRASIL, 2006), discutido com mais detalhamento no Capítulo 4.

De forma geral, os dados obtidos por meio da categorização “gerenciamento do *design*” nos forneceram indícios de que houve uma integração entre as três áreas do conhecimento que fundamentam o *design*: MOFs, DC e CI de forma gradual e construtiva, alinhada aos princípios teóricos do *design* e aos princípios do PET-Química.

5.1.4 Categoria “Consciência ética e sociopolítica”

Por fim, a última categoria foi intitulada “consciência ética e sociopolítica”, que foi definida da seguinte maneira.

- **Consciência ética e sociopolítica:** *avalia o comprometimento e a relação dialógica entre os petianos e as necessidades e demandas de um público-alvo não especialista externo à universidade. Esses fatores envolvem o desenvolvimento de uma consciência que engloba percepções de responsabilidade social e política e um empenho nas ações propostas com propósito de engajamento do leitor.*

Ao todo, identificamos 3 códigos analíticos que a compuseram. O Quadro 22 apresenta a distribuição dos códigos analíticos em cada um dos blocos do GF. Identificamos códigos dessa categoria nos três blocos do GF.

Quadro 22. Códigos analíticos da categoria “consciência ética e sociopolítica”.

Categoria analítica	Códigos analíticos	Blocos do Grupo Focal		
		Bloco I	Bloco II	Bloco III
Consciência ética e sociopolítica	Comprometimento com a acessibilidade da informação		X	
	Reconhecimento da responsabilidade social universitária		X	X
	Comprometimento com o engajamento e envolvimento do leitor com o texto		X	X

Fonte: elaboração própria.

O primeiro código analítico foi intitulado “comprometimento com a acessibilidade da informação” e foi identificado no Bloco II, o que é viável tendo em vista que uma característica central da DC é a acessibilidade. O Quadro 23 apresenta a frequência e distribuição do código em cada GF.

Quadro 23. Frequência e distribuição do código analítico “comprometimento com a acessibilidade da informação”.

Comprometimento com a acessibilidade da informação					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco II	Q4	X	X	X	X
	Q5	X	X	X	
	Q6		X	X	X
	Q7				
	Q8				

Fonte: elaboração própria.

Esse código nos permitiu avaliar o comprometimento dos petianos em relação à forma como o público-alvo conceberia o texto escrito por eles, isto é, a preocupação em tornar as informações científicas acessíveis a um leitor não especializado. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos.

B12: Uma coisa que a gente desenvolve bastante quando a gente tá escrevendo é o senso de empatia, né? que, então, a gente tenta se colocar no lugar do outro e a gente pensa "nossa, o que que será que ele vai sentir quando ele ler essa palavra? o que que se eu tivesse, sei lá, na sexta série, será que eu ia entender?" Então, eu acho que faz a gente se colocar de verdade no lugar do outro, foi uma coisa aí que eu nunca pensei eu precisaria ter em mim pra poder escrever um texto, principalmente de DC (GF4).

B8: (...) A gente que é do curso do bacharel e principalmente quem é do BQT (*Bacharelado em Química Tecnológica*), que ainda tem menos contato ainda

com a pesquisa, a gente acaba desenvolvendo um pouco daquele olhar do ponto de vista do ensino, né? de você querer ver se as pessoas estão realmente entendendo, se aquela informação que você tá passando, ela está sendo transmitida da melhor forma possível. Então, querendo ou não, você trabalhar com DC faz com que você também consiga se comunicar de uma forma melhor a assuntos relacionados à pesquisa ou determinados outros assuntos que sejam mais complexos, pra você tentar conversar ou passar alguma informação pras pessoas que talvez não tenham tanto conhecimento pra compreender a determinado nível de complexidade (GF3).

Como mencionado por B12, o sentimento que se destaca nesse código analítico é empatia. Ele foi identificado em todos os GF e em mais de uma questão por grupo. Esse dado nos fornece indicativos de que houve um comprometimento genuíno em não somente atingir o público-alvo, mas tornar acessível o conteúdo científico do texto, que apresenta grande complexidade e termos técnicos.

Como defendido por Bueno (1985, 2010) e Lievrouw e Carley (1990), a comunicação científica pode ser feita em diferentes níveis e para diferentes públicos. Entretanto, quando se trata de um público leigo, não especialista, a maneira e os meios de comunicar informações científicas são distintas.

Nesse ponto, é possível refletir que o rigor adotado na escrita dos TDC não foi concebido de forma meramente burocrática, sem propósito e inconscientemente. Esses dados revelam que os petianos, de forma geral, se comprometeram em exercer um dos objetivos principais da DC, que é tornar a informação científica acessível de forma consciente.

Se aprofundarmos um pouco mais essa discussão, a consciência se transformou, em alguns casos, no “reconhecimento da responsabilidade social universitária” em suas condições de universitários. Esse foi concebido como um segundo código analítico da categoria. O Quadro 24 apresenta a frequência de distribuição do código nas questões do GF.

Quadro 24. Frequência e distribuição do código analítico “Reconhecimento da responsabilidade social universitária”.

<i>Reconhecimento da responsabilidade social universitária</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco II	Q4				
	Q5	X			
	Q6		X		X
	Q7				

	Q8				
Bloco III	Q9				
	Q10				
	Q11				
	Q12				
	Q13		X		

Fonte: elaboração própria.

É nítido que a identificação desse reconhecimento ocorreu em uma frequência menor, comparado ao código anterior. No entanto, consideramos que essa discussão seja um avanço em relação à anterior, no sentido do desenvolvimento de consciência social e do lugar que ocupam os petianos dentro das universidades.

B1: eu acredito muito que a gente tá numa universidade pública é nossa obrigação devolver pra sociedade tudo o que a gente pode tá tendo aqui. Então, eu sempre falo pra minha mãe "eu não quero falar pra você: olha um erlenmeyer", porque ela não vai entender. Eu quero trazer isso, de um jeito que ela vai entender. Então eu acho que o TDC me mostrou muito como unir tudo isso, a parte de realmente ter um texto, mais próximo dos artigos e coisas do tipo, mas aproximar de toda a população. Então eu senti que trouxe esse agregado assim pra minha graduação muito além do conteúdo. Eu senti de verdade que a graduação parou de ser só isso, técnico, não é mais só isso, eu pude abrir muito os olhos pra além da graduação e foi algo assim, que agregou completamente pra mim (GF1).

B5: Então, eu como química, como pesquisadora, eu me interessaria ainda mais por tipo fazer as coisas que futuramente pretendo fazer na indústria ou em pesquisa, ou o que seja, que possa aplicar isso na sociedade e como isso pode retornar pra sociedade. Então, acho que fez a gente criar mais esse lado de, tipo, o que eu realizo e como eu retorno. Porque eu acho também que a gente só fazer e tipo, não ver o retorno disso fica meio vago. Então acho que foi legal essa parte pra gente conseguir ver que a gente consegue fazer e futuramente aplicar e as pessoas verem os benefícios que a gente realiza (GF2).

A fala de B1, por exemplo, é carregada por um sentimento de "obrigação" em devolver para sociedade parte do que ela recebe nas universidades. Essa discussão se aproxima muito do que foi defendido por Ribeiro e Magalhães (2014) sobre o papel da universidade. Como discutido no Capítulo 1, os autores utilizam o termo "responsabilidade social universitária" e evidenciam a divulgação dos conhecimentos como uma ação capaz de desenvolver uma sociedade socialmente responsável.

Na fala proferida por B5, por exemplo, evidencia-se que uma ação que inter-relaciona a universidade e as demais esferas da sociedade é mais enriquecedora e tem mais sentido do que restringir as atividades acadêmicas às barreiras da

universidade. Compreendemos que essa consciência de responsabilidade social é um avanço no que diz respeito às discussões sobre elaboração de materiais baseados em uma pesquisa científica. Ainda que a frequência dessa perspectiva tenha sido mais pontual, a discussão é de extrema relevância.

Por fim, o último código analítico foi denominado “comprometimento com o engajamento e envolvimento do leitor com o texto” e foi identificado nos blocos II e III. O Quadro 25 apresenta a frequência e distribuição do código nas diferentes questões dos GF.

Quadro 25. Frequência de identificação do código analítico “Comprometimento com o engajamento e envolvimento do leitor com o texto”.

<i>Comprometimento com o engajamento e envolvimento do leitor com o texto</i>					
Blocos do GF	Questões norteadoras do GF (Q)	GF1	GF2	GF3	GF4
Bloco II	Q4				
	Q5				
	Q6				
	Q7				
	Q8		X		X
Bloco III	Q9	X			
	Q10				
	Q11			X	
	Q12				
	Q13				

Fonte: elaboração própria.

Esse código se assemelha ao primeiro da categoria no sentido de retratar a preocupação dos petianos com o público-alvo. Entretanto, a diferença é que neste código o enfoque não é mais o entendimento das informações científicas dos textos, mas sim na forma de cativar o leitor e mantê-lo atraído até o final da leitura. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos.

L2: Ah, eu concordo com a B1, e tirando que toda, a forma que a gente queria colocar as informações no texto é tudo muito pensado no leitor, né? Então a gente não quer só que a história seja legal, a história tem que ficar (*suspiro de surpresa*) "e aí", né? toda essa coisa de instigar o leitor a continuar (...)

Então, eu achei que foi muito legal e que, ter esse trabalho de instigar o leitor foi fantástico (GF1).

B12: É, eu senti um pouco de dificuldade, porque eu acho que eu sou meio obcecada. Então, quando alguém falou assim "ah, o texto não pode ficar entediante" na minha cabeça, eu intitulei que cada palavrinha que eu escrevesse deveria- como que fala? suscitar no nosso leitor que queira terminar, querer que ele desse um sorriso quando ele tivesse lendo, então, acho que pra mim foi uma das dificuldades foi achar palavras certas pra cada coisa. Então, principalmente os títulos também, títulos que indagassem ou fizesse a pessoa ter curiosidade, isso também pra mim foi uma das partes mais difíceis (GF4).

De forma análoga, esse código nos indica que houve um cuidado e um propósito na elaboração dos textos que ultrapassa o preenchimento de instrumentos de forma burocrática ou inconsciente. Essas falas podem refletir que os textos foram escritos de forma a levar em consideração o futuro leitor e, conseqüentemente, uma inquietação em produzir algo que possa ser do interesse de quem irá ler o texto.

De forma geral, essa categoria permitiu a interpretação de que, mesmo que o projeto não tenha promovido um contato direto com a comunidade externa, as demandas e bagagens do público-alvo foram levadas em consideração pelos petianos durante a elaboração dos textos.

Para isso, essa categoria dialoga com as categorias anteriores, que forneceram indícios de percepção de que o processo foi formativo e amplo, tanto no sentido de aproximação com a pesquisa inspiradora quanto no sentido de apropriação de um referencial teórico para fundamentação dos materiais elaborados. Essas percepções de experiências significativas, de envolvimento com o processo científico ou dos impactos das características e atividades do projeto na elaboração dos textos acabam se restringindo ao um contexto acadêmico.

A categoria "consciência ética e sociopolítica", todavia, nos revela algo sobre o comprometimento dos petianos não somente em realizar as atividades por obrigação ou para cumprir burocracias. Esses extratos podem indicar que houve uma integração entre as ações desempenhadas no projeto, dentro de uma universidade, e a população cujos materiais propostos serão destinados.

Os dados sugerem que essa associação tenha sido feita conscientemente e propositalmente para atingir aqueles que não estão dentro da universidade, que não conhecem o processo e os resultados obtidos pelas pesquisas científicas. Nesse sentido, o propósito de alcançar essa população pode ser viabilizado em três diferentes dimensões: I) por meio do comprometimento em se fazer entender de forma acessível; II) por meio da busca por um encantamento pela leitura dos materiais; III)

por meio da responsabilidade social de democratizar os conhecimentos que os petianos tem acesso dentro de uma universidade.

Na próxima seção, apresentamos a análise dos TDC e CI produzidos pelos petianos ao final do *design*.

5.2 Análise dos TDC e dos CI: investigação sobre os produtos finais do *design*

Que características apresentam os TDC e CI produzidos petianos ao final do design?

Nesta seção, o enfoque das análises foram os materiais elaborados pelos alunos do PET-Química como produtos do *design* implementado. Como mencionado, os petianos se dividiram em quatro grupos e cada um elaborou um TDC sobre a pesquisa inspiradora e, posteriormente, cada grupo elaborou um CI inspirado no TDC.

É importante mencionar que as análises realizadas nessa seção se apoiaram no quadro teórico-metodológico, apresentado no Capítulo 2, referente à TDC e CI. Para facilitar a condução da leitura, dividimos a seção em dois blocos: I) análise dos TDC; II) análise dos CI.

5.2.1 Análise dos TDC

Para as análises dos TDC, utilizamos como referencial o instrumento elaborado por Ribeiro e Kawamura (2005) e posteriormente adaptado por Ferreira e Queiroz (2011) para o contexto de textos da área de química. Sendo assim, a análise foi dividida em duas categorias: “conteúdo” e “forma” dos TDC.

Antes da análise propriamente dita, apresentamos na Figura 16. Capas dos TDC produzidos durante a implementação do design. as capas dos quatro TDC. O TDC 1 foi intitulado “Rastros: você sabe como a química pode auxiliar na resolução de crimes?”. O TDC 2 foi denominado “A química e os novos protagonistas na investigação criminal”. O TDC 3 apresenta como título “Novas maneiras de resolver crimes: o que são MOFs e como são usadas na química forense”. Por fim, o TDC 4 foi designado “O que é MOF? E o que essas três letras representam para a anti-falsificação?”. Vale salientar que os textos foram disponibilizados no site do IQCAR¹³ e no repositório da UNESP¹⁴.

¹³ <https://www.iq.unesp.br/#!/ensino/pet/producoes/textos-de-divulgacao-cientifica/>

¹⁴ TDC 1: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/236676>

TDC 2: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/236672>

TDC 3: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/236673>

TDC 4: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/236675>



Figura 16. Capas dos TDC produzidos durante a implementação do design.
Fonte: dados da pesquisa.

5.2.1.1 Análise do “conteúdo” dos TDC

Dentro da grande categoria de análise denominada “conteúdo” existem duas subdivisões: a “análise geral” e a “análise específica” (FERREIRA; QUEIROZ, 2012). Em relação à análise geral, as MOFs luminescentes aparecem como conteúdo específico da química nos quatro TDC elaborados. Isso se deu em virtude do próprio escopo do projeto, que tinha como propósito a elaboração de TDC sobre uma pesquisa específica, no caso, a síntese, caracterização e aplicação de uma MOF luminescente.

Os autores buscaram trabalhar os conceitos mais gerais de polímeros de coordenação para introduzir as MOFs. Da mesma forma, luminescência foi trabalhada como um conceito estruturante dos quatro textos, visto que esse fenômeno foi um ponto-chave no quesito inovação e tecnologia da pesquisa inspiradora.

Adicionalmente, identificamos a presença de *temas de fronteira* em alguns textos. No TDC 1, por exemplo, ao apresentar as potencialidades das MOFs, os autores mencionam o armazenamento de hidrogênio e metano, que pode substituir combustíveis fósseis. Apesar de sutil, há uma relação com temas comumente trabalhados na biologia, por exemplo, os gases do efeito estufa e seus impactos ambientais.

Outro ponto importante é que os quatro TDC apresentam como enfoque a área forense e, portanto, os TDC inter-relacionam diferentes temas de fronteira dentro dessa grande área. No TDC 1 os autores optaram por utilizar a abordagem da balística para introduzir o conceito de MOFs, como mostra o trecho seguinte.

As MOFs luminescentes são aplicadas como marcadores ópticos para a identificação de resíduos de disparos de armas de fogo. É realizada a mistura das MOFs luminescentes na pólvora, e, no momento do disparo, ocorre a liberação dos resíduos e de MOFs nas mãos, corpo e roupas do atirador, corpo da vítima e no local do disparo. É através desses materiais e o uso de uma luz ultravioleta que se faz a possível identificação da distância de disparo, reconhecimento e trajetória da bala (TDC 1, p. 5).

No TDC 2, o enfoque escolhido para apresentar as MOFs foi a documentoscopia, uma subárea específica das ciências forenses, mais especificamente, a falsificação de documentos.

No ramo criminal, o campo de estudo desta área é conhecido como documentoscopia, em que tem-se um cunho especificamente policial, procurando por autores e o modus operandi do mesmo. Assim, para que a MOF seja útil para verificar a autenticidade de um documento dentro do campo da química forense, se estuda o uso dos polímeros de coordenação luminescentes como tintas cintiladoras (TDC 2, p. 4).

Assim como no TDC 2, os autores do TDC 3 utilizaram a temática da anti-falsificação para contextualização das MOFs, no entanto, a abrangência é mais geral.

(...) Frente a essas falsificações (de moedas, documentos, ou imitações de itens como roupas de marca, sapatos, bolsas, peças automotivas e até mesmo produtos farmacêuticos) já existem algumas maneiras simples de verificar sua veracidade através da observação de marca d' água, relevo, faixa holográfica etc. Ainda assim, há a necessidade de se desenvolver técnicas inovadoras e mais efetivas, envolvendo, por exemplo, a adição de MOFs (Metal-Organic Frameworks, também conhecidas como Redes Metalorgânicas) no material em questão, tal como a tecnologia especializada (de anti-falsificação) para o combate desses tipos de problema (TDC 3, p. 2).

Por fim, a abordagem do TDC 4 foi a falsificação de cédulas.

Já as cédulas brasileiras possuem algumas das medidas de segurança mais modernas do mundo, como o uso de tintas visíveis apenas no ultravioleta e impressão em três dimensões, possível de ser vista através da marca d' água aparente ao colocar a nota de contra a luz. Ainda assim, o grande número de cédulas falsas sugere um aperfeiçoamento de técnicas de adulteração em um curto período de tempo, o que aquece a demanda de métodos mais eficientes e rápidos para uma verificação instantânea e rastreio das fontes de falsificação (TDC 4, p. 2).

Com base nos trechos apresentados, foi possível observar que os textos, apesar de possuírem o conceito de MOFs e luminescência como pontos-chave, permeiam temas que não são específicos da química, mas se relacionam com a área de diversas maneiras. A área forense, comum a todos os TDC, pode ser considerada uma área de fronteira, uma vez que abrange conhecimentos pertinentes à química, mas também à física e à biologia.

Além dos conteúdos estruturantes de MOF e dos *temas de fronteira*, alguns autores trabalharam *temas transversais*. No TDC 2, por exemplo, identificamos, mesmo que superficialmente, a presença de aspectos econômicos, como mostra o seguinte trecho.

Imagine então como essa aplicação contribuiria impedindo que falsificações das mais variadas formas circulassem no trabalho, na escola, nas lojas, nos cartórios. Economicamente isso dificultaria a ocorrência de fraudes e que impostores se passassem por outras pessoas, ou seja, você leitor dificilmente cairia em golpes ou armadilhas de terceiros (TDC 2, p. 8).

No TDC 4, o caráter econômico fica mais evidente e ainda mais aprofundado. Os autores iniciaram o texto com uma seção “falsificação e impacto econômico”. O seguinte trecho exemplifica a presença desse tema transversal.

(...) Em um mundo onde as transações financeiras digitais e o mercado online ganham cada vez mais espaço, são alarmantes os dados de adulteração monetária anual retida. Em 2019, o Banco Central apreendeu cerca de 440 mil cédulas falsas, que correspondiam a 27,7 milhões de reais que não valiam

nada. Tão assombrosos quantos os números são os impactos gerados, uma vez que em uma economia já instável, um grande montante de dinheiro falso em movimento piora ainda mais o cenário econômico e o torna menos confiável (TDC 4, p. 2).

Compreendemos a importância de se trabalhar assuntos paralelos à química, seja em temas transversais ou temas de fronteira, como uma forma de trazer abrangência ao texto. Isso pode ser uma forma de evitar que o texto fique muito específico ao leitor, que não é especialista no assunto, e evitar que a leitura fique densa e maçante.

Outro ponto positivo de incluir essa característica aos TDC é, de certa forma, a aproximação com a realidade do leitor e, conseqüentemente, seus interesses e motivações. Ao trabalhar aspectos econômicos vinculados ao desenvolvimento da ciência, por exemplo, o encantamento sobre a pesquisa pode ser estimulado, uma vez que o assunto possa fazer sentido no contexto de quem está lendo.

O mesmo ocorre em relação à área forense. A resolução de crimes é um tema comumente abordado em seriados e filmes, envolvendo histórias reais ou ficção científica. Assim, consideramos explorar esse enfoque da pesquisa como uma estratégia para atrair a atenção do público-alvo na leitura dos TDC. Com efeito, a presença de *temas de fronteira* e *temas transversais* associados aos conceitos estruturantes da pesquisa inspiradora pode conferir aos TDC um caráter interdisciplinar.

Em relação à "análise específica" dos TDC, a primeira subcategoria é a temática. Como já mencionado, o objetivo principal dos textos foi a divulgação da pesquisa desenvolvida por pesquisadores do grupo *Applied MOFs*. Portanto, podemos dizer que a temática dos quatro TDC foi, especificamente, Redes Metalorgânicas Luminescentes, explorando não somente o conceito em si, mas a síntese, caracterização e aplicação no contexto da área forense.

De acordo com a literatura apresentada no Capítulo 2, uma particularidade dos TDC é a apresentação de "características da atividade científica" e estas constituem a segunda subcategoria da análise específica do instrumento de Ferreira e Queiroz (2011). Nos TDC elaborados pelos participantes do projeto, podemos observar características bem marcadas nos textos.

Em um primeiro momento, os autores apresentaram a pesquisa que inspirou a escrita dos TDC, conforme os extratos demonstrativos a seguir.

Para a produção desse texto utilizou-se como base a MOF produzida por Olavo Verruma, iniciante científico no Instituto de Química da UNESP Araraquara do grupo *Applied MOFs*, o qual é liderado pela Profa. Dra. Regina Frem (TDC 1, p. 6).

Embarque na leitura desse texto, baseado na pesquisa de um dos grupos mais importantes do Brasil nessa área. O grupo em questão é o "Applied MOFs" da Profa. Dra. Regina Frem, do Instituto de Química - UNESP Araraquara (...) Vamos entender o trabalho deles e descobrir o que efetivamente é uma MOF? (TDC 2, p. 1)

O grupo de pesquisa Applied MOFs, do Instituto de Química, orientado pela Profa. Dra. Regina Frem, estuda essa classe de compostos, com interesse nas técnicas de síntese e propriedades, visando a aplicação em variadas funções, como em fármacos, catalisadores e sensores (TDC 3, p. 2).

Neste sentido, será destacado o grupo de pesquisa intitulado "Applied MOFs" do Laboratório de Redes Metalorgânicas, coordenado pela Profa. Dra. Regina Frem do Instituto de Química da Unesp Campus Araraquara (TDC 4, p. 5).

É evidente a importância da apresentação do grupo de cientistas envolvidos na pesquisa por dois motivos principais. O primeiro se dá em função da própria necessidade de reconhecimento e referência dos cientistas e da instituição a qual está por trás das produções científicas que embasaram o texto.

O segundo motivo é a caracterização dos pesquisadores e pesquisadoras envolvidos no projeto. Como discutido anteriormente, a impessoalidade é muito comum no discurso científico, isto é, muitas vezes usamos pronomes reflexivos (realizou-se, mediu-se) para alcançar uma perspectiva de neutralidade da ciência. Essa busca pela neutralidade da ciência é materializada principalmente nos processos de difusão científica, seja em artigos, trabalhos de congressos, entre outros.

Contudo, na DC é importante que os pesquisadores sejam colocados no texto, de forma a aproximá-los de quem está lendo, não só para que o leitor conheça as pessoas por trás do desenvolvimento científico, mas também no sentido de despertar simpatia pelos pesquisadores e, conseqüentemente, pela ciência por eles produzida.

Notamos que esse foi um ponto bastante acentuado nos TDC elaborados. No TDC 1, por exemplo, os autores inseriram um box informativo com detalhes sobre o grupo de pesquisa, a universidade a qual pertence e sua área de atuação.

O laboratório de pesquisa leva como nome "Laboratório de Redes Metalorgânicas", no entanto, é conhecido pelo seu logotipo "Applied MOFs". O grupo foi criado em 2010 pela Professora Dra. Regina Célia Galvão Frem após o início de seu pós doutorado na área. Os pesquisadores desse grupo tem como base o Instituto de Química de Araraquara da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) e é composto pela Dra. Regina e seus orientandos, desde iniciantes científicos à pós-graduandos. Todos os estudos do grupo são nas linhas de atuação de síntese, caracterização e aplicação de MOFs e seus compósitos como materiais

adsorvedores de metais pesados, sensores luminescentes, dispositivos emissores de luz e sistemas de liberação de fármacos (TDC 1, p. 6).

A apresentação do grupo de pesquisa e da instituição pode ser potencial para trabalhar a visão distorcida de que a ciência é produzida de forma individual, por cientistas gênios inalcançáveis. Em diversos momentos dos textos os pesquisadores são mencionados, em especial o aluno de IC, responsável pela pesquisa, conforme os extratos demonstrativos.

Em sua pesquisa, Verruma utilizou-se de um método chamado de sínteses solvotérmicas (nas quais determinadas soluções de partida, reagentes que formarão a MOF, são colocadas para reagir entre si em elevada temperatura, neste caso 135°C) (...) (TDC 1, p. 6).

(...) esses resultados foram obtidos no estudo conduzido pelo graduando Olavo Fiamencini Verruma (TDC 2, p. 4).

No trabalho feito, o grupo de pesquisa Applied MOFs sintetizou duas séries de compostos, (...) (TDC 3, p. 6).

A pesquisa do Olavo refere-se à síntese de Polímeros de Coordenação Luminescentes (...) (TDC 4, p. 5).

Além disso, os autores do TDC 3 deixaram claro a importância da colaboração e da integração entre os diferentes grupos de pesquisa para a construção do conhecimento científico.

A pesquisa do grupo Applied MOFs pôde contribuir muito para que mais grupos de pesquisa pudessem adquirir mais interesse em continuar ou iniciar estudos com essa classe importantíssima de compostos químicos, já que nos últimos anos as MOFs têm sido um objeto de estudo mais presente em pesquisas na área da Química Inorgânica e também dentro da Química Forense (TDC 3, p. 7).

Esse trecho reforça o fato de que os cientistas não trabalham de forma isolada. De forma análoga, a ciência não se constrói de forma individualizada e a relevância da pesquisa inspiradora também pode ser pensada nesse sentido, de forma a colaborar com pesquisas de outros grupos que estudam essa classe de materiais.

Tendo em vista o contexto atual de desvalorização e sucateamento das universidades públicas brasileiras, destacamos a menção ao IQ-UNESP *campus* Araraquara em todos os textos. Assim, é possível refletir sobre o papel que os TDC podem cumprir de promover a visibilidade institucional e, consequentemente, a importância da universidade pública como centro de pesquisa e produção de conhecimento.

Entendemos que essa aproximação é fundamental na busca pelo reconhecimento do trabalho científico inovador e de qualidade que é feito dentro das

universidades. Apesar de não ser um processo simples e espontâneo, o reconhecimento é um dos caminhos para a valorização e, conseqüentemente, para o investimento e a defesa das universidades públicas brasileiras pelo público externo. Nesse contexto, destacamos o trecho a seguir retirado do TDC 2, que contempla essa discussão importante sobre a visibilidade institucional.

Mas como dito, todo este trabalho é recompensador, visto as vantagens que as MOFs apresentam para a sociedade. Logo, devemos ter em mente a importância dos grupos de pesquisa, nesse caso principalmente o grupo Applied MOFs da Professora Regina Frem e todos os outros grupos do Instituto de Química de Araraquara (UNESP), pois é deste lugar que muitos pesquisadores estudam a ciência e “quebram a cabeça” diariamente para produzirem tecnologia para a sociedade (...) Mais uma vez, reforçando que todas essas possibilidades chegam ao mercado graças ao trabalho árduo de pesquisadores da área (TDC 2, p. 8)

Ao analisar esse trecho, identificamos outra característica referente à atividade científica incorporada aos textos. Ao qualificar o trabalho dos pesquisadores como “árduo”, fica implícita a ideia de que eles podem encontrar algumas dificuldades no desenvolvimento da pesquisa. O trecho a seguir foi retirado do TDC 1 e corrobora essa discussão.

No entanto, nem tudo se demonstra ser tão simples na prática quanto parece (...) Todavia há contratempos e dificuldades na produção desses materiais. As estratégias de síntese, que é o método de obter determinados compostos químicos a partir de outros mais simples utilizados para a produção de MOFs, são estudadas e pensadas minuciosamente. Além disso, há uma dificuldade na repetição dos processos de aplicação das MOFs e a necessidade de sempre verificar através de certos testes se a MOF preparada possui as características necessárias para a aplicação pretendida) (TDC 1, p. 6).

Os autores do TDC 1 buscaram evidenciar, ao final do texto, que desenvolver uma pesquisa científica não é um processo linear e que existe uma série de obstáculos e limitações que os cientistas enfrentam na rotina de um laboratório. Como descrito, as dificuldades podem estar atreladas às técnicas e aos procedimentos de síntese e caracterização de uma MOF ou de aplicação na etapa final.

Aqui, é importante primeiramente explicar para você leitor que a produção e aplicação de MOFs não são apenas “flores”. Apesar de ser um material que apresenta aplicações muito úteis e legais como descritas no texto, elas não são produzidas de uma hora para outra, sem dificuldades (TDC 2, p. 8).

(...) a sintetização de MOFs é um processo complexo e distintivo, funcionalizá-las para serem aplicadas com um propósito que exige um grau ainda mais avançado que muitas vezes não gera os dados promissores esperados (TDC 4, p. 6).

Como mostram os trechos anteriores, os autores reforçam ainda que, em função desses obstáculos e da necessidade de estudos muito aprofundados, as pesquisas costumam levar tempo e não são feitas de um dia para o outro.

Deve-se considerar ainda que na prática podem (e vão) ocorrer erros inesperados que irão dar muito trabalho aos pesquisadores em termos de repetibilidade dos processos (TDC 2, p. 8).

Além disso, os autores trabalharam uma característica inerente à atividade científica: ser passível de erros. Isso pode ser um fator potencial para trabalhar a desmistificação da ideia de que a ciência é infalível e o movimento de produção de conhecimento é linear.

Se por um lado é necessário argumentar contra a ideia distorcida de que a ciência é infalível, o outro extremo também é válido. Ou seja, é preciso também combater o senso comum de que os conhecimentos gerados pelas pesquisas não são confiáveis. Assim, identificamos nos textos a menção à validação dos resultados gerados pela pesquisa e a importância dessa etapa para a produção do conhecimento científico. O trecho a seguir é um extrato demonstrativo retirado do TDC 2.

(...) as MOFs também precisam ser caracterizadas a partir de técnicas físico-químicas para provar para a comunidade científica que realmente foram sintetizadas e comprovar suas potenciais aplicações, para futuramente serem utilizadas pela sociedade (TDC 2, p. 5)

Com esse trecho, fica evidente que somente o desenvolvimento dos procedimentos metodológicos e a obtenção de resultados não são suficientes para validar uma pesquisa científica. Os conhecimentos produzidos precisam ser colocados à prova pela própria comunidade científica. Esse movimento foi intitulado pela literatura como comunicação horizontal, ou disseminação científica intrapares e ocorre antes que a comunidade tome conhecimento sobre a pesquisa.

Uma das formas mais comuns de disseminação científica é a apresentação de trabalhos científicos em congressos específicos da área. Nesse momento, os cientistas podem gerar uma rica discussão sobre os trabalhos apresentados, a partir de questionamentos, refutações, indagações, que os auxiliam no aprimoramento dos resultados. Além disso, o trabalho deve passar por uma avaliação às cegas previamente e, nesse momento, as pesquisas acabam passando por um primeiro crivo de qualidade. Os autores do TDC 4 pontuaram que:

(...) na última edição do Congresso de Iniciação Científica (CIC) da UNESP, o estudante de Licenciatura em Química e membro do grupo Applied MOFs, Olavo Fiamencini Verruma foi premiado em primeiro lugar no CIC na área de

Ciências Exatas e da Terra, realizado de maneira remota no ano de 2020 (TDC 4, p. 5).

Interpretamos esse trecho como um aliado para fortalecer a validação da pesquisa inspiradora, ou ainda, reforçar a credibilidade do que está sendo apresentado ao leitor. A premiação em primeiro lugar da pesquisa pode trazer a percepção de qualidade, rigor e relevância da pesquisa.

Os autores dos TDC 1 e 4 buscaram ainda mencionar explicitamente outra característica da atividade científica, encontrada nos trechos a seguir.

Em sua pesquisa, Verruma utilizou-se de um método chamado de sínteses solvotérmicas (...), assistidas em microondas realizando as dopagens (acréscimo de lantanídeo com as características desejadas para a MOF em um lantanídeo matriz, com o objetivo de baratear os custos da síntese) (TDC 1, p. 6).

Os cientistas então, para evitar o gasto de muito dinheiro em terras raras mais valiosas, descobriram a dopagem - mistura entre compostos - que, ao invés de usar o elemento mais caro (ex: Ítrio), substitui por um mais acessível (ex: Európio), usando assim uma quantidade menor do mais valioso, sem alterar a luminescência (TDC 4, p. 3).

Esses trechos demonstram a preocupação que os pesquisadores tiveram em sintetizar um material acessível economicamente, o que demonstra que ser exequível também é uma característica da atividade científica. Somente sintetizar um material, por mais inovador que possa ser, não é suficiente. É preciso que ele seja viável em diversos aspectos para que sua potencialidade possa ser fortalecida, nesse caso, houve a substituição de um elemento mais caro por um elemento mais acessível e que pudesse alcançar os mesmos resultados.

Ainda na subcategoria de análise “características da atividade científica”, observamos que, no início dos TDC, os autores apresentaram algumas técnicas utilizadas na área forense, como mostram os trechos a seguir.

Os processos realizados atualmente são os métodos colorimétricos ou colorimetria (...) Porém, esses métodos podem apresentar resultados incertos (falsos negativos), além de serem ineficientes quando utilizam-se munições sem chumbo, que estão sendo introduzidas no mercado armamentista (TDC 1, p. 2).

A verificação de autenticidade de um documento é uma das aplicações dessa área, sendo algo que demanda diversos objetos de estudo, obtendo as mais variadas metodologias para tal. No entanto, como os métodos não apresentam uma garantia em sua totalidade e estão sujeitos a eventuais falhas, mesmo que em pequenas proporções, é importante se obter cada vez mais alternativas para que isso seja visto (TDC 2, p. 4).

Frente a essas falsificações (...) já existem algumas maneiras simples de verificar sua veracidade através da observação de marca d' água, relevo,

faixa holográfica etc. Ainda assim, há a necessidade de se desenvolver técnicas inovadoras e mais efetivas (TDC 3, p. 2)

(...) as MOFs mesmo sendo compostos relativamente novos já apresentam soluções para problemas antigos e maneiras de inovar processos ainda arcaicos que utilizamos. Como a falsificação ainda persiste, investir em manobras que as dificultem e mecanismos que as reconheçam rapidamente, são essenciais para o combate à falsificação (TDC 4, p. 6)

Com esses trechos, pudemos notar uma certa cautela no que diz respeito à visão de ciências adotada nos textos. O primeiro ponto importante observado foi a perspectiva de que a ciência não é uma verdade absoluta. Isso significa dizer que as técnicas e metodologias que foram consideradas eficientes e inovadoras no passado, já não são mais suficientes para resolver os novos problemas atuais da sociedade.

Com o passar do tempo, a sociedade se altera substancialmente e, conseqüentemente, as demandas e os problemas oriundos da nova realidade também. Dessa maneira, podemos refletir sobre a necessidade de constante movimento e aprimoramento dos conhecimentos científicos, de forma com que possam se manter conectados com as demandas da sociedade atual. Isso fica ainda mais evidente no trecho a seguir, retirado do TDC 3.

Com isso, o que esses resultados indicam? Eles indicam que embora sejam extremamente animadores, já que a MOF se adaptou muito bem à superfície que foi aplicada, deve-se dar continuidade à pesquisa, visando seu aperfeiçoamento, inclusive em aspectos econômicos (TDC 3, p. 7)

Os autores utilizam termos como “aperfeiçoamento” e “continuidade” da pesquisa em questão. Isso acaba reforçando a necessidade de incentivo e valorização das universidades públicas como importantes centros de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico do país, discutida anteriormente. Inclusive, esse apelo fica explícito no TDC 4, de acordo com o trecho a seguir.

Apesar desta nova vertente de pesquisa apresentar resultados promissores, ela não garante uma substituição das atuais técnicas antifalsificação, por se tratar de um estudo recente e pouco notório, a falta de investimento público, equipamentos apropriados e incentivo acadêmico acaba por afetar o andamento de uma alternativa atrativa para melhorar o sistema de segurança monetário a fim de torná-lo mais prático de ser verificado e mais difícil de ser adulterado (TDC 4, p. 6)

Nessa perspectiva, destacamos um segundo ponto importante a ser considerado nos TDC produzidos, que implica em não considerar a ciência como descontextualizada da sociedade. Muitas vezes, os indivíduos acabam atrelando o papel das universidades única e exclusivamente à transmissão dos conhecimentos científicos, por meio do ensino. A dimensão da pesquisa não é legitimada, muitas

vezes, pela falta de conhecimento do trabalho científico universitário ou pela não compreensão da inter-relação que existe entre pesquisa e o desenvolvimento da sociedade.

A partir dessas prerrogativas, consideramos que os TDC possuem uma função potencial não só de apresentar as pesquisas científicas ao grande público, mas também de buscar reconhecimento e valorização dos pesquisadores e instituições envolvidos no processo de produção de conhecimento. Em diversos momentos dos TDC identificamos tentativas de ressaltar a relação universidade-sociedade. O trecho a seguir é um extrato demonstrativo.

A pesquisa referenciada e exibida nesse texto expõe como em um campo tão novo as instituições brasileiras de ensino em conjunto com seus pesquisadores já geram resultados proveitosos para a sociedade (TDC 4, p. 6).

Diante disso, observamos uma tendência em todos os TDC de estabelecer essa relação dialógica entre o conhecimento científico das MOFs e as demandas da sociedade. Podemos pensar nessa relação dentro da subcategoria “abordagens/contexto” do instrumento de análise de TDC de Ferreira e Queiroz (2011).

Notamos que os petianos fizeram o uso da estratégia de inserir em seus textos abordagens que contém um apelo que busca relações com o cotidiano do leitor. O TDC 1, por exemplo, apresenta uma seção intitulada “E como essas aplicações impactariam no meu dia a dia?”. Observamos, assim, a preocupação dos autores em tornar a relevância da pesquisa explícita ao leitor. Considerando todo o contexto da leitura, podemos dizer que a abordagem do TDC 1 é a de segurança pública. É por meio desse aspecto que os autores buscaram despertar o interesse e projetar a relevância da pesquisa no cotidiano do seu leitor.

Entretanto, nessa seção, além de trabalhar a aplicação das MOFs em resoluções de crimes, os autores apresentam outras potencialidades dessa classe de materiais, destacadas no seguinte trecho.

Em desastres ambientais como em 2015 no município de Mariana (MG) e em 2019 na cidade de Brumadinho (MG), onde ocorreram as contaminações das águas, as MOFs podem ser utilizadas para adsorver metais pesados após a contaminação. Para a redução na emissão de gases do efeito estufa, elas podem ser empregadas para armazenamento de hidrogênio e metano, trazendo uma possibilidade para substituição dos combustíveis fósseis (TDC 1, p. 7).

Ao analisar esse trecho, identificamos também a presença de uma abordagem ambiental, ainda que pouco expressiva. Essa abordagem mista pode ser considerada um ponto positivo para fortalecer a justificativa social da pesquisa ao leitor, em função da versatilidade dessa classe de materiais.

Da mesma forma, os autores do TDC 2 buscaram uma relação entre a pesquisa em questão e o cotidiano do leitor, isto é, de que forma o desenvolvimento dessa pesquisa e os conhecimentos gerados por ela impactam na vida de quem está lendo, direta ou indiretamente. O trecho a seguir foi retirado do bloco intitulado “E como uma MOF influencia na SUA vida?”.

As MOFs, por sua vez, com todo esse trabalho exercido e todos os testes para a produção delas pelo grupo, poderão impactar diretamente a sociedade testando a veracidade de cédulas de dinheiro de maneira rápida e muito eficiente, além de ser possível realizar o processo para documentos também, como foi citado anteriormente. Imagine então como essa aplicação contribuiria impedindo que falsificações das mais variadas formas circulassem no trabalho, na escola, nas lojas, nos cartórios... Economicamente isso dificultaria a ocorrência de fraudes e que impostores se passassem por outras pessoas, ou seja, você leitor dificilmente cairia em golpes ou armadilhas de terceiros (TDC 2, p. 8).

Com base no enfoque e no contexto dado ao TDC 2, podemos dizer que o texto possui uma abordagem de segurança pública, por se tratar da aplicação das MOFs na documentoscopia, em particular, no combate à fraudes e falsificações de documentos (RG, CPF, passaportes, entre outros). Identificamos também uma abordagem econômica, como apresentado no trecho anterior, para justificar a relevância social da pesquisa.

Na seção intitulada “Você tem ideia da importância das MOFs? Sabia que elas vêm sendo estudadas há algum tempo?”, os autores argumentam a relevância da pesquisa como um importante desenvolvimento tecnológico da atualidade, como mostra o trecho a seguir.

Em meados do século XX, as MOFs passaram a ter maior destaque no campo da pesquisa acadêmica, bem como no desenvolvimento tecnológico, pois suas aplicações são muito diversificadas e abrangem várias áreas devido à riqueza das propriedades atreladas a estes materiais. Tal relevância é justificada por conta da versatilidade dos materiais produzidos a partir da ampla disponibilidade de metais e ligantes. (...) Dentre essas aplicações, podemos destacar processos de separação, no uso de ímãs permanentes, sensores químicos, catálise heterogênea, armazenamento de gases, uso em drug-delivery (técnica que facilita a entrega de compostos farmacêuticos em locais específicos do organismo humano para atingir o efeito terapêutico desejado), imagem biomédica, luminescência, entre outros (TDC 3, p. 3).

Além da abordagem de segurança pública, no quesito anti-falsificação, em diversos momentos do texto, os autores do TDC 3 se referem às MOFs como “tecnologia inovadora”. Assim, identificamos também a abordagem tecnológica como estratégia para aproximação do leitor, como demonstrado no trecho anterior.

Por fim, o TDC 4 apresenta uma clara abordagem econômica. Os autores iniciam o texto com a seção “Falsificação e impacto econômico”, como mostra o trecho a seguir.

Em 2019, o Banco Central apreendeu cerca de 440 mil cédulas falsas, que correspondiam a 27,7 milhões de reais que não valiam nada. Tão assombrosos quantos os números são os impactos gerados, uma vez que em uma economia já instável, um grande montante de dinheiro falso em movimento piora ainda mais o cenário econômico e o torna menos confiável (TDC 4, p. 2).

Ao adotar essa abordagem no texto, os autores potencializam as chances de atrair a atenção dos leitores, principalmente os economicamente ativos. Essas abordagens podem ser importantes para despertar certo encantamento do leitor com a pesquisa, uma vez que ele consegue projetar os resultados da pesquisa em impactos na sua vida pessoal, profissional e/ou social.

De forma geral, podemos sintetizar alguns pontos importantes no que se refere à análise do “conteúdo” dos textos apresentada nesta subseção. Considerando o cerne dos TDC como sendo a apresentação de uma pesquisa sobre síntese, caracterização e aplicação de uma MOF luminescente, identificamos conceitos estruturantes que firmaram a base teórica dos textos. Todavia, os autores não se restringiram a uma mera exposição desse conteúdo químico altamente específico.

Adicionalmente à temática de MOFs, identificamos a presença de *temas de fronteiras* e *temas transversais* nos quatro TDC. Sendo assim, o primeiro ponto é a interdisciplinaridade e a abrangência dos textos produzidos pelos petianos durante o projeto. Essas características conferem aos textos a potencialidade de engajar o público-alvo na leitura, em virtude de não ser demasiadamente específica e por trazer referências à áreas correlatas que podem ser relevantes ao leitor.

O segundo ponto da análise a ser sintetizado é a potencialidade de trabalhar visões distorcidas e de senso comum sobre a ciência. Os TDC apresentam diversas características inerentes à ciência que permitem a reflexão sobre seu funcionamento e procedimentos internos, tais como: I) ser coletiva e colaborativa; II) demandar um trabalho intenso e rigoroso dos cientistas; III) estar em constante evolução e aprimoramento; IV) ser factível e acessível em vários sentidos, inclusive,

financeiramente; V) requerer processos de validação interna e externa à comunidade científica; VI) estar conectada às demandas da sociedade atual; VII) necessitar de investimentos e financiamentos.

A presença dessas três últimas características nos TDC nos leva ao terceiro, e último, ponto de síntese da análise. No decorrer dos textos os petianos exploraram diversos elementos que firmam a inter-relação entre a ciência produzida dentro da universidade e a sociedade. Isso se reitera desde as estratégias implícitas de engajamento do leitor por meio da aproximação da pesquisa com sua realidade e contexto, até os apelos explícitos para valorização, financiamento e reconhecimento do trabalho científico desempenhado por pesquisadores de universidades.

Para além de uma simples exposição dos conceitos teóricos e metodológicos que alicerçam a pesquisa científica inspiradora, os TDC evidenciam a forma como ela está alinhada e em constante diálogo com a realidade da sociedade, suas demandas e seus problemas atuais. Na próxima subseção, apresentamos a análise da “forma” dos TDC.

5.2.1.2 Análise da “forma” dos TDC

No que diz respeito à forma dos TDC, existem três subcategorias de análise. A primeira é a estrutura e se refere à forma como as informações foram organizadas e distribuídas ao longo do texto. Inicialmente, realizamos uma caracterização da estrutura de cada um dos TDC para, posteriormente, realizar as inferências e as discussões sobre elas.

O conteúdo do TDC 1, por exemplo, foi fragmentado em algumas subseções ao longo de 8 páginas. O texto apresenta capa autoral e contra capa padronizada para todos os petianos. Ao todo, foram seis blocos de conteúdos e o sétimo para referências bibliográficas. Vale mencionar que os blocos são relativamente curtos e sequenciados, isto é, para a total compreensão do texto é preciso que o leitor siga a ordem padrão de leitura, iniciando-a no primeiro e finalizando-a no último bloco.

De modo geral, podemos dizer que a apresentação do conteúdo do TDC 1 segue esta lógica de apresentação: I) temática geral (especificamente a subárea da balística das ciências forenses); II) temática específica (uso de MOFs em balística); III) quadro teórico de MOF e seus conteúdos estruturantes; IV) inovação e potencialidades das MOFs na área forense; V) quadro metodológico e procedimental

de síntese e caracterização de MOFs; VI) impactos na sociedade e no cotidiano do leitor.

Sobre a lógica de apresentação dos conteúdos, notamos que a divisão de cada um dos tópicos foi bem delimitada pelos autores. De forma geral, isto significa que cada tópico citado anteriormente foi explorado em uma subseção.

Além do texto corrido, é importante citar que os autores fizeram o uso de dois boxes informativos ao longo do texto. A primeira está representada pela Figura 17.

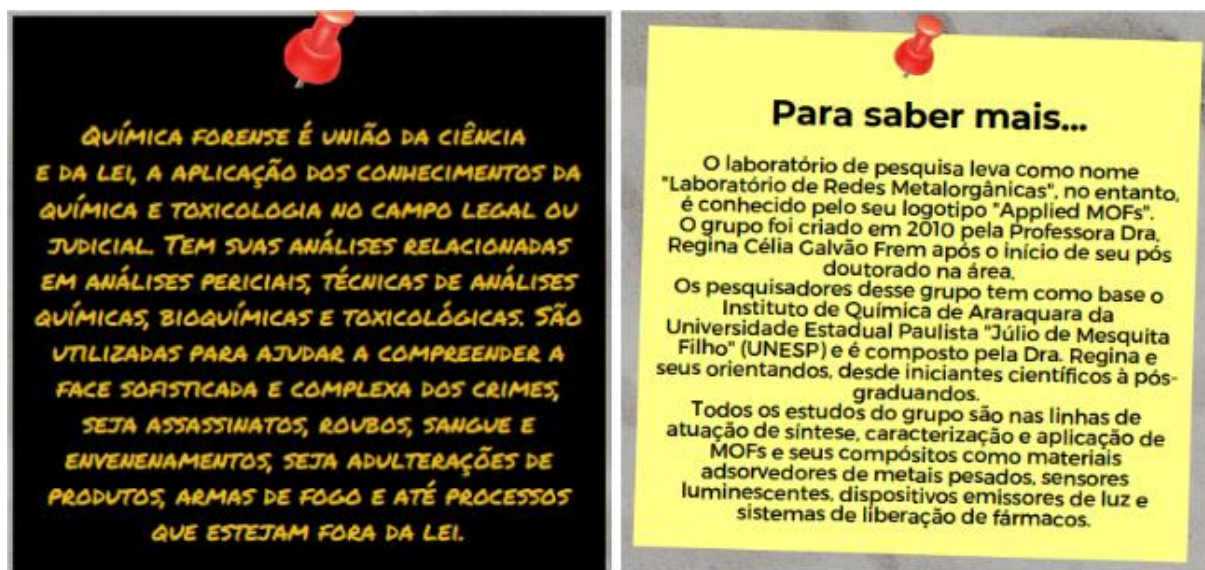


Figura 17. Boxes informativos do TDC 1.

Fonte: TDC 1, p. 3 e p. 6.

Em ambos os *boxes*, os autores inseriram informações complementares ao conteúdo, em si, do corpo do texto. Vale mencionar que o estilo da estrutura não segue um padrão. Em algumas páginas o texto foi organizado somente em uma coluna, em outras páginas, há a divisão em duas colunas. As figuras estão dispostas entre os textos e, analogamente, não há um padrão. Em algumas partes do texto as figuras estão centralizadas, já em outras partes, as figuras acompanham o texto à direita ou à esquerda.

O TDC 2, por seu turno, possui 5 blocos sequenciais, sendo aproximadamente um bloco por página. Ao todo, são 8 páginas contando com a capa e a contracapa. As referências bibliográficas foram inseridas no rodapé da última página, diferente do TDC 1, que reservou a última página somente para referências. É interessante mencionar que os autores inseriram dois pequenos textos na capa, introduzindo a temática a ser explorada.

O conteúdo em si apresentado no corpo do texto segue esta lógica: I) temática geral (especificamente a subárea da documentoscopia); II) inovação e potencialidades

das MOFs na área forense; III) temática específica (uso de MOFs na documentoscopia); IV) quadro metodológico e procedimental de síntese e caracterização de MOFs; V) quadro teórico de MOF e seus conteúdos estruturantes; VI) impactos na sociedade e no cotidiano do leitor.

É importante mencionar que, diferente do TDC 1, as divisões entre os conteúdos não são tão marcadas. Ainda que os autores tenham feito uma fragmentação do texto em subseções, a estruturação dos conteúdos é mais fluída e menos rígida. Para exemplificar, a separação entre os tópicos IV e V não fica clara, isto é, os aspectos teóricos e metodológicos se mesclam ao longo do tópico “MOFs - Um Novo Universo Inorgânico”. Da mesma forma como a temática geral e específica também se interpõe entre as seções I e III.

Assim como no TDC 1, as figuras foram alocadas em diversas posições no texto, sem nenhuma padronização e o texto foi escrito em somente uma coluna. Os autores também fizeram o uso de *boxes* informativos, como apresentado pela Figura 18.

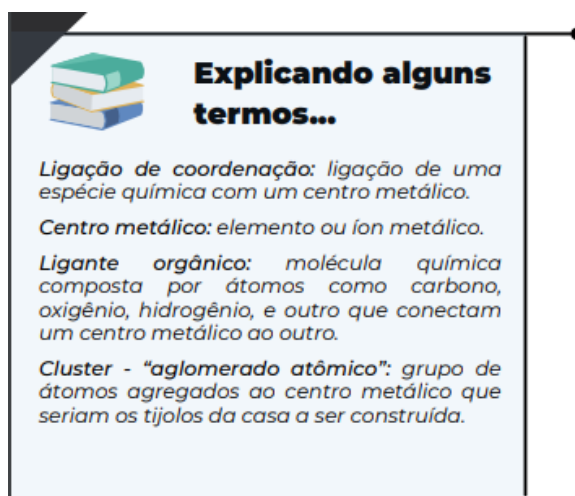


Figura 18. Box informativo do TDC 2.
Fonte: TDC 2, p. 6.

Diferente do TDC 1, em que os *boxes* foram usados para apresentar informações que apenas complementam o texto, no TDC 2 os *boxes* foram chamados de “explicando alguns termos...” e apresentam conceitos teóricos que são fundamentais para o entendimento do texto corrido.

O TDC 3 possui 8 páginas ao todo, considerando a capa e a contra capa. O conteúdo foi fragmentado em seis subseções e seguem esta lógica de apresentação: I) temática geral (especificamente a problemática da falsificação); II) temática específica (uso das MOFs no combate à falsificação); III) quadro teórico de MOF e

seus conteúdos estruturantes; IV) quadro metodológico e procedimental de síntese, caracterização e validação da MOF sintetizada. Por fim, apresentam-se as referências bibliográficas.

As divisões entre cada conteúdo são bem delimitadas entre os blocos do TDC 3. Diferente dos TDC 1 e 2, nota-se uma certa padronização na estrutura do texto. Do início ao fim o texto foi dividido em duas colunas e as figuras foram posicionadas seguindo o fluxo do texto.

Além do texto corrido e das figuras, o TDC 3 também possui dois *boxes* informativos, como apresentado na Figura 19.

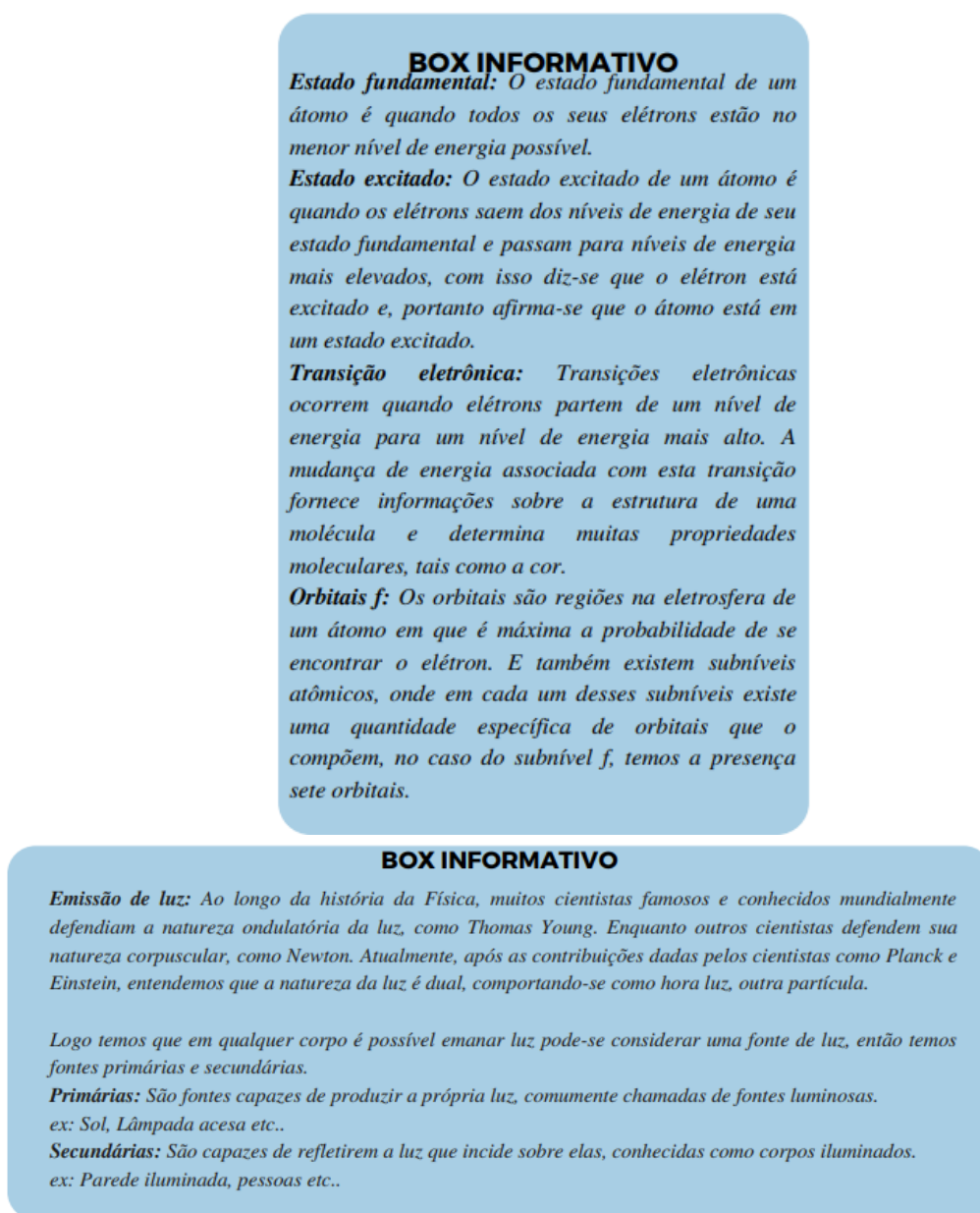


Figura 19. Boxes informativos do TDC 3.

Fonte: TDC 3, p. 4 e p. 6.

Nesse caso, o primeiro *box* traz conceitos fundamentais para o entendimento do texto e o segundo *box*, por sua vez, traz uma informação histórica sobre um dos conceitos trabalhados ao longo do texto, seguida de informações complementares.

Por fim, o TDC 4 apresenta sete páginas ao todo. O conteúdo do texto foi fracionado em cinco subseções. Ao final do texto, os autores acrescentam, ainda, as referências e “sugestões de aprofundamento” ao leitor.

A apresentação dos conteúdos segue a lógica: I) temática geral (especificamente a problemática da falsificação de cédulas); II) temática específica (uso das MOFs no combate à falsificação); III) inovação e potencialidades das MOFs na área forense; IV) quadro teórico de MOF e seus conteúdos estruturantes; V) quadro metodológico e procedimental de síntese, caracterização e validação da MOF sintetizada; VI) perspectivas futuras da pesquisa.

Os autores optaram por uma estrutura não tão rígida e, portanto, os conteúdos mencionados se intercalam entre si dentro dos blocos. Além disso, o *layout* foi dividido em duas colunas e as figuras foram distribuídas ao longo do texto de diversas maneiras. Ao final da primeira página, os autores inseriram um glossário, com a exposição de conceitos mencionados ao longo do texto.

Glossário
Diluidor ótico: átomo ou molécula responsável apenas pela absorção da radiação eletromagnética. Funcionam como um tipo de “antena” para transferência de energia ao metal que será responsável pela emissão de luz. Os diluidores óticos podem ser cromóforos ou metais, desde que, absorvam a radiação incidente. Cintilador: material que converte a energia das partículas para a região do visível, ou seja, produz luminescência. Ciência Forense: uma área interdisciplinar que visa a aplicação da ciência às leis criminais e civis para resolução de crimes.

Figura 20. Glossário do TDC 4.

Fonte: TDC 4, p. 1.

O TDC 4 também apresenta dois *boxes* informativos.



Figura 21. Boxes informativos do TDC 4.

Fonte: TDC 4, p. 1 e p. 4.

O primeiro aborda uma informação histórica e complementar ao assunto trabalhado no texto. O segundo *box* apresenta uma informação complementar sobre uma das técnicas utilizadas para a identificação de compostos químicos.

A caracterização da estrutura dos quatro textos produzidos pelos petianos nos permitiu refletir sobre alguns aspectos dos TDC. Diferente do padrão exigido dentro da comunidade científica e, principalmente, pela Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), os TDC não possuem estrutura rígida e padronizada.

A escrita de um TDC permite aos autores mais liberdade criativa e flexibilidade no que se refere à estrutura e ao estilo textual. Isso significa que a forma como o texto está organizado fica a critério dos autores na expectativa de atrair para uma imersão em uma leitura que seja interessante e que faça sentido para aquele que está lendo.

Pensando nisso, a padronização e estrutura rígida conferem aos textos científicos uma formalidade e objetividade que podem não ser atrativo ao leitor, principalmente quando se trata de um público não especialista. A primeira diferença identificada nos materiais elaborados pelos petianos é a extensão dos textos. Além de possuir uma extensão reduzida, entre 6 a 8 páginas, os TDC possuem grandes títulos, figuras e *boxes* informativos, que vão de encontro com a perspectiva de formalidade inerente aos textos científicos.

O mesmo ocorre em relação ao *layout* do texto e das figuras. Posicionar as figuras na quebra dos textos, como exposto na Figura 22, foi uma estratégia adotada nos TDC 1, 2 e 4 e que propiciou uma leitura mais fluida e menos formal.

Neste sentido, as ciências forenses vem estudando com grande destaque a utilização de MOFs de íons lantanídeos (grupo específico da tabela periódica) que permitam a observação de um alto rendimento como marcador luminescente. Além disso, essas redes poliméricas podem alterar suas propriedades de emissão de luz através da variação nas proporções dos lantanídeos inseridos nestes polímeros, processo este conhecido por *dopagem*, é capaz de intensificar a emissão de energia nos compostos.



Figura 7: Fotografias de compostos dopados com 1%, 2%, 3%, 4% e 100% de Európio respectivamente e excitados por uma lâmpada UV (comprimento de onda próximo de 375 nm) (VERRUMA, 2020)

No campo forense, as principais aplicações para as MOFs luminescentes são focadas em sensores de compostos químicos, marcadores ópticos em disparos de armas de fogo, detectores de impressões digitais e na identificação da autenticidade de documentos, dinheiros, obras de arte e outros.



Neste momento o leitor já deve ter imaginado diversos outros cenários que as MOFs poderiam se aplicar além da química forense, o grupo de pesquisa em questão estuda a anos essa classe de material e as apli-

cações nas mais variadas áreas. Mas, retomando nosso foco principal, como será que esses polímeros luminescentes atuariam contra falsificações?

Figura 22. Layout do TDC 2.

Fonte: TDC 2, p. 3.

Pensando na estrutura do conteúdo apresentado nos textos, pudemos notar que, ainda que fosse permitido aos autores a liberdade para organizar os conteúdos e a prossecução de apresentação, os TDC seguem um padrão sequencial bastante semelhante ao texto científico.

Em relatórios científicos, por exemplo, os pesquisadores adotam uma estrutura fixa que engloba a sequência pré-definida: resumo, introdução, objetivos, procedimentos metodológicos, resultados e discussão, conclusões e referências bibliográficas. Isso pode acabar gerando a percepção de linearidade da atividade científica, ou seja, o fazer científico ocorre exatamente na ordem em que é descrito no texto, o que muitas vezes não é a realidade dentro de um laboratório.

De forma geral, observamos que essa sequência pré-definida, característica de textos científicos, foi essencialmente mantida pelos autores, mas com uma nova roupagem e com um enfoque maior nos resultados gerados pela pesquisa. Por outro lado, como mencionado, alguns TDC apresentam indícios de maior maleabilidade e entre os tópicos das subseções, tornando-as menos enrijecidas e mais conectadas entre si. Acreditamos que isso se deve ao fato de que a estrutura de textos científicos está fortemente enraizada nos petianos, tendo em vista que são alunos de graduação

e, conseqüentemente, produzem relatórios científicos com certa frequência. Ainda, entendemos que esse processo de escrita de TDC seja um momento de ruptura com a prática padronizada comum no meio acadêmico e, em função disso, ainda há algumas marcas características de textos científicos.

Por outro lado, quando analisamos os TDC dentro da subcategoria “recursos visuais e textuais” foi possível notar que os petianos exploraram bastante esses elementos. A começar pelas capas e os títulos dos TDC, que apresentam elementos e cores chamativas, relacionadas à aplicação de MOFs na área forense. Podemos pensar sobre a escolha desses elementos como uma estratégia para atrair o leitor ao texto, uma vez que os títulos e capas chamativas podem gerar curiosidade inicial sobre o assunto.

Como citado anteriormente, a temática que envolve a área forense é alvo de muito interesse entre a população no que se refere a filmes, seriados e livros. O TDC 1, por exemplo, apresenta como título: “Rastros: você sabe como a química pode auxiliar na resolução de crimes?”. Já o TDC 3 foi denominado “Novas maneiras de resolver crimes: o que são MOFs e como são usadas na química forense”. Em função da relação proposta entre os termos “química” e “resolução de crimes”, podemos supor que o título gere um encantamento *a priori* sobre o tema pelo leitor.

O mesmo ocorre no TDC 2, cujo título é “A química e os novos protagonistas da investigação criminal”. Aqui, o encantamento pode surgir a partir da interligação entre os termos “química” e “investigação criminal”. O TDC 4, por sua vez, apresenta como título “O que é MOF? E o que essas três letras representam para a anti-falsificação?”. As interrogativas em títulos são importantes para despertar a reflexão e o interesse no público-alvo.

Notamos, ainda, que os títulos são curtos e não revelam muitas informações sobre o que será abordado no corpo do texto. Estes elementos visuais e textuais são outro ponto de diferenciação entre o gênero TDC e o científico. Na etapa de compartilhamento de informação entre pares no meio acadêmico, ou seja, especialistas escrevendo para outros especialistas, é imprescindível que o título contenha informações relevantes sobre o conteúdo do texto. Dessa forma, os cientistas conseguem filtrar se a leitura será de seu interesse ou não. Já nos TDC, há intenção de deixar o leitor curioso sobre o assunto para que ele tenha o contato das informações científicas que se quer divulgar.

Sobre os recursos visuais e textuais, um ponto que merece destaque nos TDC foi a escolha das figuras inseridas nos TDC. A Figura 23 foi retirada do TDC 1 para exemplificar.

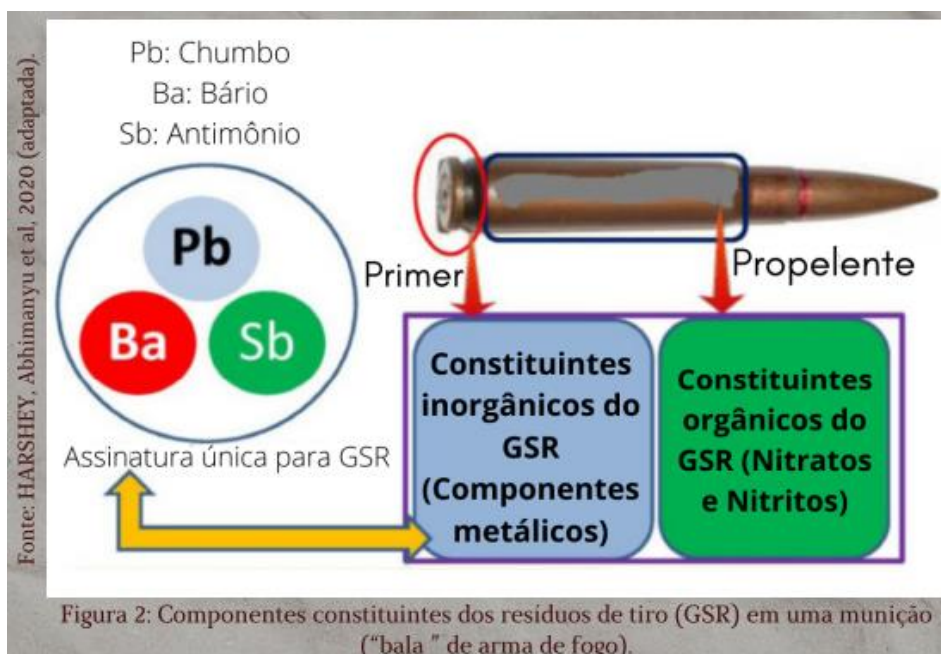


Figura 23. Recursos visuais retirados do TDC 1.

Fonte: TDC 1, p. 3.

Como é possível observar pelo extrato demonstrativo, as figuras utilizadas apresentam elementos didáticos e esquemas para facilitar a compreensão do leitor não especialista. É válido refletir sobre a ausência de figuras desse tipo no processo de comunicação horizontal. O fato de que o público-alvo de um cientista ao escrever um texto científico é um outro cientista, estudioso sobre o assunto, dispensa a necessidade do uso de figuras altamente explicativas ou com elementos chamativos e didatizantes.

A Figura 24 é um exemplo claro sobre os recursos visuais inseridos nos TDC.

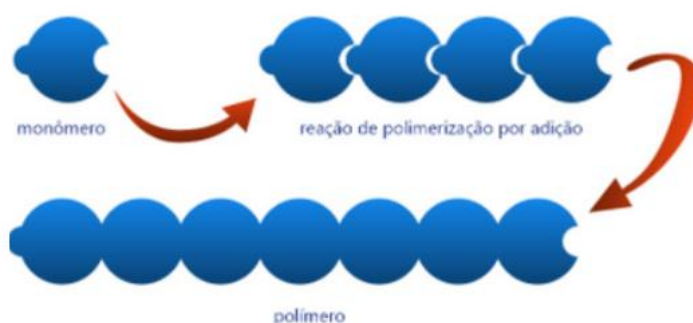


Figura 1: Um bloco inicial se “encaixa” em outro bloco até que se formem vários conjuntos de unidades e por fim a construção do polímero. (VERRUMA, 2020)

Figura 24. Recursos visuais retirados do TDC 2.
Fonte: TDC 2, p. 5.

Essa figura, retirada do TDC 2, demonstra a formação de polímeros a partir de reações de polimerização por adição de unidades menores, os monômeros. Quando pensamos no gênero textual científico, é comum que o autor do texto e seu leitor compartilhem dos mesmos significados, ou seja, apenas o termo escrito “reação de polimerização por adição” já é o suficiente para o entendimento.

Em função do propósito da divulgação científica, os autores consideraram necessário a inserção de uma representação visual esquemática, que pudesse auxiliar no esclarecimento de tal conceito fundamental para o entendimento da pesquisa e que não é óbvio para o leitor. Além desses recursos visuais, todas as figuras possuem legendas com elementos textuais que auxiliam na interpretação.

Também identificamos figuras com representações de uma MOF, especialmente demonstrando a sua propriedade de ser porosa, como mostra a Figura 25.

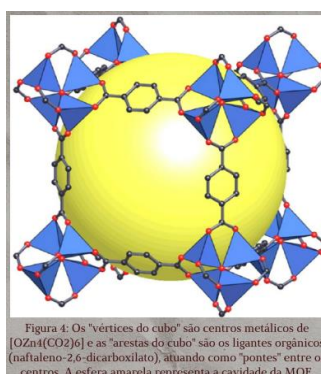


Figura 25. Recursos visuais retirados do TDC 2.
Fonte: TDC 2, p. 5.

Consideramos que inserir figuras que representam submicroscopicamente as MOFs foi uma estratégia para manter o engajamento e o interesse na leitura do texto.

Em função do alto nível de abstração exigido na área de conhecimento da química, podemos pensar que somente a explicação na forma de texto não seja suficiente para o entendimento dos conceitos, o que pode acabar desmotivando o leitor a prosseguir a leitura.

Além das figuras mencionadas, identificamos imagens que assimilam os resultados gerados pela pesquisa com fenômenos observados no cotidiano, representada na Figura 26.

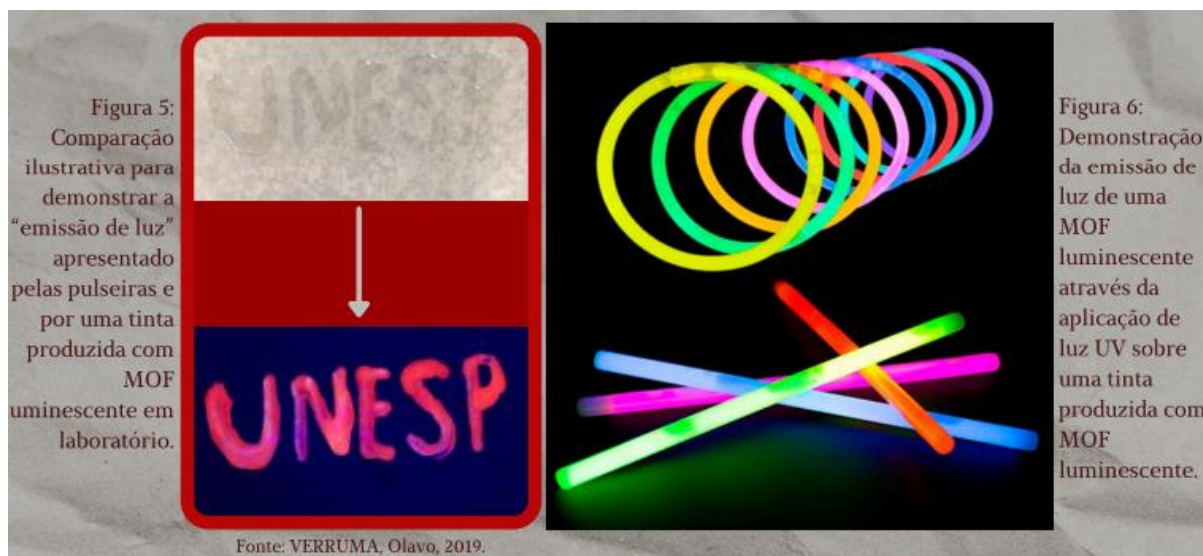


Figura 26. Recursos visuais retirados do TDC 1.
Fonte: TDC 1, p. 5.

A luminescência, como discutimos, é um dos conceitos estruturantes da pesquisa inspiradora e, portanto, a sua compreensão é fundamental para o reconhecimento das potencialidades e inovação da pesquisa. A figura das pulseiras *neon*, utilizadas em festas, pode resgatar o conhecimento prévio que o leitor tem acerca do fenômeno da luminescência e assimilar tal conhecimento com a pesquisa que está sendo apresentada.

Os *boxes* informativos, discutidos na subcategoria estrutura, também são exemplos de recursos textuais que cumprem um importante papel de não tornar o corpo do texto carregados excessivamente de informações.

Identificamos, ainda, alguns recursos textuais que se relacionam com a subcategoria de análise da linguagem, a começar pela interlocução com o leitor. No TDC 1 esse elemento já se torna perceptível no título: “você sabe como a química pode auxiliar na resolução de crimes?”. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos retirados de cada um dos TDC produzidos.

Você sabia que os rastros disparados por armas de fogo deixam rastros? (TDC 1, p. 2)

Desta forma, esse cimento conecta cada tijolo de modo que essas estruturas se repitam ao longo da rede formada pelas ligações. “Mas então como é a forma de uma MOF?”, você deve estar se perguntando. A figura 2 explica para você, caro leitor (TDC 2, p. 5)

Agora que você já conhece um pouco sobre MOFs, entende o que elas são e sua importância no cenário da Química Forense, mais especificamente no âmbito de anti-falsificação, como poderia ser produzida uma MOF? Já pensou sobre isso? O grupo de pesquisa Applied MOFs explorou o processo de obtenção delas, vamos ver como foi? (TDC 3, p. 5)

Afinal, essa inovação para anti-falsificação auxilia no combate às fraudes. No entanto, apesar da sua relevância e vantagens levantadas ao longo do texto, será que há investimento para implementação dessa e outras técnicas de anti-falsificação? Qual seria o interesse político nessa tomada de decisão? Tudo é passível de fraude? É possível otimizar ainda mais as MOFs para serem mais eficientes? Esses e outros desafios estão nas mãos dos cientistas, que serão as cenas dos próximos capítulos, aguardem... (TDC 4, p. 6).

É interessante notar que nos quatro extratos demonstrativos há diferentes tipos de interlocução com o leitor. No primeiro, os autores realizam uma pergunta que busca resgatar os conhecimentos prévios de quem está lendo, com um sentido de curiosidade a partir da expressão “você sabia que (...)”. Já no segundo extrato, os autores realizam uma antecipação dos pensamentos do leitor, na tentativa de solucionar um possível questionamento que possa ter surgido a partir da leitura das informações anteriores.

No terceiro extrato demonstrativo, os autores utilizaram a frase “vamos ver como foi?”, o que gerou um sentido de direcionamento e acompanhamento da leitura. O quarto extrato foi retirado do último parágrafo do TDC 4, em que os autores lançam mão de perguntas com caráter reflexivo sobre as perspectivas futuras da pesquisa. Assim, a interlocução é feita a partir de perguntas retóricas com o intuito de provocar a reflexão do leitor e, consequentemente, sua interação com o texto.

A interlocução com o leitor, independente da forma como foi utilizada, pode conferir ao leitor uma percepção de proximidade com o autor do texto e, consequentemente, com a informação que está sendo compartilhada. Em conjunto com os outros recursos textuais e visuais, a interlocução é capaz de construir certa interação dialógica com o público, em que seus conhecimentos prévios, seus questionamentos e reflexões são válidas e levadas em consideração.

Isso, inclusive, pode corroborar a perspectiva de gerar empatia e reconhecimento do trabalho desenvolvido por cientistas em universidades, uma vez

que o leitor sente que, de alguma forma, também pertence e está conectado com o desenvolvimento da ciência.

A impessoalidade e a busca pela neutralidade da ciência, característica do discurso científico, portanto, são incoerentes com os propósitos e fundamentos da DC. A total objetividade e a ausência de sujeito, materializada por meio de pronomes reflexivos (realizou-se, mediu-se, pesou-se), por exemplo, dão lugar à inclusão da voz do cientista e à indícios de subjetividade no texto.

Além da presença das características da atividade científica discutidas na categoria “conteúdo”, esses aspectos são evidenciados na análise da linguagem. Os nomes dos pesquisadores e do grupo de pesquisa foram citados em diversos momentos dos textos. Entretanto, identificamos algumas marcas do discurso científico nos TDC 1, 2 e 3, como explicitado nos seguintes trechos.

Para a produção desse texto **utilizou-se** como base a MOF produzida por Olavo Fiamencini Verruma, iniciante científico no Instituto de Química da UNESP Araraquara do grupo Applied MOFs, o qual é liderado pela Professora Doutora Regina Célia Galvão Frem (TDC 1, p. 6, grifos nossos)

Por fim, vale ressaltar para você leitor que, como qualquer outro material **produzido pela química**, as MOFs também precisam ser caracterizadas a partir de técnicas físico-químicas (TDC 2, p. 6, grifos nossos).

Em cada caso **foram usados** ligantes orgânicos distintos, juntamente com as respectivas soluções pouco concentradas dos metais, para uma análise melhor da influência da dopagem sobre as propriedades luminescentes do material. **Foram realizadas** dopagens de 1%, 2%, 3%, 4% e 100% dos respectivos metais (TDC 3, p. 6, grifos nossos).

No primeiro e no terceiro trecho observamos termos que são muito comuns em relatórios e artigos científicos, principalmente na descrição dos procedimentos metodológicos da pesquisa, em que há o apagamento do sujeito na busca de uma impessoalidade do texto. Analogamente, a frase “qualquer outro material produzido pela química”, mostrada no segundo trecho, sugere a personificação da área de conhecimento, e, conseqüentemente, a ausência do cientista por trás dos feitos científicos.

Ainda que essas marcas do discurso fonte não invalidem a linguagem acessível dos TDC, vale a reflexão sobre como a linguagem científica está enraizada em alunos de graduação e, portanto, elaborar textos que fogem dos padrões acadêmicos pode ser considerado uma ruptura com os costumes e hábitos de futuros cientistas no que diz respeito à linguagem.

Isso reforça a prerrogativa, discutida no Capítulo 2, de que somente a formação completa na área e uma boa capacidade de comunicação não são suficientes para que um cientista possa elaborar um bom TDC. O estudo aprofundado e constante sobre os fundamentos e as características da DC se mostram essenciais para aperfeiçoar a prática e desenvolver a ruptura da escrita convencional acadêmica.

Por outro lado, identificamos diversos outros elementos característicos de uma linguagem acessível nos TDC. Como sabemos, os conceitos químicos exigem, muitas vezes, altos níveis de abstração, principalmente, por se tratar de algo que não se vê a olho nu. Assim, a transposição da linguagem científica para uma linguagem acessível foi um ponto central durante a elaboração dos TDC pelos petianos.

Muitos termos comuns na comunicação entre cientistas foram explicados minuciosamente pelos petianos, sobretudo aqueles fundamentais para a compreensão dos aspectos gerais da pesquisa. Para exemplificar, os seguintes trechos mostram a primeira aparição do termo “lantanídeo” nos TDC.

No caso da utilização de metais pertencentes ao grupo dos lantanídeos (grupo de elementos químicos conhecidos como terras-raras, são metais prateados e muito reativos), as MOFs de Lantanídeos possuem propriedades magnéticas (...) (TDC 1, p. 4)

Neste sentido, as ciências forenses vem estudando com grande destaque a utilização de MOFs de íons lantanídeos (grupo específico da tabela periódica) que permitam a observação de um alto rendimento como marcador luminescente (TDC 2, p. 3)

As MOFs são polímeros de coordenação formados por metais e ligantes orgânicos. Em algumas MOFs, os metais utilizados são os terras-raras, especialmente os lantanídeos, eles são responsáveis por dar ao material propriedades luminescentes que podem ser exploradas para algumas aplicações, como na área de química forense, por exemplo (TDC 3, p. 2)

Os metais utilizados podem ser uma classe específica da tabela periódica - lá no final dela, na penúltima linha (Figura 3) - conhecida como terras raras, justamente por serem muito difíceis de encontrar e, como consequência, são bem caras (TDC 4, p. 3).

Notamos que nos TDC 1 e 2, os autores indicaram a definição de lantanídeos usando parênteses. No TDC 4, a assimilação da palavra “lantanídeo” com “classe específica da tabela periódica” foi potencializada pelo direcionamento de uma imagem, inserida no canto inferior do texto. No TDC 3, por sua vez, a definição dos metais lantanídeos foi associada às suas propriedades luminescentes.

Adicionalmente, identificamos o uso de definição por conceituação.

As MOFs (Metal Organic Framework), ou redes metalorgânicas, são polímeros de coordenação de duas ou três dimensões (2D e 3D) com potenciais cavidades, ou seja, espaços vazios (TDC 1, p. 3).

Quando uma molécula absorve um fóton - onda eletromagnética que possui energia discreta e que forma a luz - ela é promovida a um estado eletronicamente excitado (...) (TDC 2, p. 7)

Os polímeros de coordenação são uma classe de compostos de coordenação formados por ligantes covalentes e metais, nos quais os ligantes usados podem ser inorgânicos (...) (TDC 3, p. 3).

Diluidor óptico: átomo ou molécula responsável apenas pela absorção da radiação eletromagnética (TDC 4, p. 2)

Sob o mesmo ponto de vista, os petianos exploraram o uso de definição por aproximação.

A luz UV fornece energia fazendo com que os compostos luminescentes absorvam essa energia e a emitam em forma de luz, ou seja, a luz emitida pelas redes metalorgânicas pode ser identificada como um "brilho neon" semelhante ao de pulseiras neon distribuídas em festas (TDC 1, p. 4).

Esse efeito nada mais é que a transferência de energia entre o ligante e o centro metálico, como é mostrado na figura 6 (TDC 2, p. 7).

Dentre os ligantes orgânicos, há diversos sítios de coordenação (onde os ligantes podem se ligar) (TDC 3, p. 3).

Para a caracterização, ou seja, identificação do produto da síntese, foi utilizada a técnica de Espectroscopia Vibracional na região do Infravermelho (TDC 4, p. 5)

O uso desses recursos linguísticos é importante para que o leitor permaneça imerso e engajado no texto, uma vez que a apresentação de diversos conceitos e siglas complexos seguem explicações, definições, generalizações e aproximações, como observado. Outro recurso da linguagem bastante explorado nos TDC foram as metáforas e analogias.

Os "vértices do cubo" são centros metálicos de $[OZn_4(CO_2)_6]$ e as "arestas do cubo" são os ligantes orgânicos (naftaleno-2,6-dicarboxilato), atuando como "**pontes**" entre os centros (TDC 1, p. 4, grifos nossos).

Então, na química polímero é descrito como uma molécula muito grande formada por moléculas muito menores, seriam estas os monômeros. Estas pequenas "**peças**" seriam como unidades de repetição ligadas entre si em uma longa estrutura, considerando que podem ser iguais ou distintas uma das outras (TDC 2, p. 5, grifos nossos)

Esta é uma propriedade muito útil que é adquirida quando se utiliza lantanídeos na **construção** de uma MOF (TDC 3, p. 4, grifos nossos)

Se você montar uma casa de legos, as janelas não estarão com as mesmas cores da parede externa da casa, se não como diferenciar sua obra prima? A mesma coisa acontece na química (TDC 4, p. 3).

Em função de apresentar a característica de ser mais descontraído e informal, identificamos a presença de analogias e metáforas com mais frequência no TDC 4. O TDC 3, por sua vez, apresenta somente uma analogia. O uso desses recursos pode

cumprir um importante papel na acessibilidade da informação científica. Entretanto, vale mencionar que devem ser usados com cautela para evitar que o leitor se limite ao nível macroscópico, como pode ocorrer no TDC 4, em função do uso excessivo de analogias e comparações.

De forma geral, podemos dizer que os TDC elaborados apresentaram elementos que conferem acessibilidade à linguagem utilizada. A acessibilidade é evidenciada sobretudo quando associamos a linguagem aos demais aspectos analisados anteriormente.

Em síntese, a análise da categoria “forma” dos TDC elaborados nos propiciou importantes reflexões sobre os “produtos” gerados pela implementação do *design*. Em um primeiro momento, compreendemos que produzir um discurso de DC a partir de um discurso puramente científico exige uma série de rupturas com ações e costumes dos petianos no que diz respeito à produção de textos.

Tais hábitos estão arraigados nas concepções dos graduandos e isso se revela à medida que identificamos algumas marcas do discurso fonte nos textos produzidos, seja na estrutura ou nos recursos textuais, visuais ou na linguagem utilizada.

Por outro lado, podemos dizer que os quatro TDC possuem uma série de elementos que rompem com a impessoalidade, neutralidade e padronização dos textos científicos. Tais elementos foram evidenciados ao longo da análise nas três dimensões da categoria “forma”, a começar pela própria estrutura dos textos, com a flexibilidade e dinâmica entre as diferentes seções e com a inserção de *boxes* informativos, títulos e fontes chamativas. Esses fatores já cumprem um primeiro papel de exercitar a empatia pelo público-alvo, almejando o seu interesse e em como atrair a atenção para a leitura.

Posteriormente, a análise de recursos textuais e visuais associados à análise da linguagem nos proporcionou a identificação de uma série de características fundamentais de TDC que englobam a acessibilidade da informação ao público-alvo. Podemos dizer que houve a transposição da linguagem puramente científica para uma linguagem adequada, com elementos didatizantes e que buscam uma interação dialógica com o leitor.

De forma geral, a elaboração de um texto que pudesse cumprir o propósito de divulgar uma pesquisa científica da universidade foi além de uma mera e trivial simplificação do conteúdo. Para tal finalidade, os petianos precisaram delinear e materializar estratégias que envolvem: I) o compartilhamento de conceitos

estruturantes para a compreensão da pesquisa; II) a correlação entre tais conceitos e temas transversais e de fronteira, que façam sentido no contexto, na realidade e nos interesses do público-alvo; III) a delimitação de uma abordagem que dialogue com as demandas e os problemas atuais da sociedade; IV) a menção às características da atividade científica, que envolvem a desmistificação de visões distorcidas da ciência e o incentivo ao reconhecimento e valorização do trabalho científico; V) o cuidado com a forma e a estrutura a qual as informações científicas estariam dispostas e organizadas; VI) a escolha dos recursos visuais e textuais que, ao mesmo tempo que dialogam com as informações científicas, mantenham o leitor engajado e cativado na leitura; VII) a transposição de um discurso padronizado e objetivo, formal, que vislumbra a neutralidade e impessoalidade da ciência para um discurso com indícios de subjetividade, que dá voz aos cientistas, que contém elementos didatizantes e que tornam a informação acessível a um público não especialista.

A próxima seção apresenta a análise dos CI elaborados pelos petianos.

5.2.2 Análise dos CI

Para analisar os CI elaborados, utilizamos como referencial teórico as características de um bom CI, propostas por Herreid (1998), e aperfeiçoadas ao longo do tempo pelo próprio autor. Como os CI constituem-se a partir de uma narrativa, optamos por analisar cada texto produzido individualmente, de forma a seguir a lógica construída pelos autores. Todos os CI foram elaborados para o ensino de MOFs, no entanto, apresentam temáticas e abordagens diferentes entre si.

Antes da análise propriamente dita, apresentamos na Figura 27 a capa dos quatro CI. Vale lembrar que seguiremos a mesma ordem de autores que os TDC. O CI 1 foi intitulado “O propósito de Josi”. O CI 2 foi denominado “As máscaras”. O CI 3 apresenta como título “Operação no limite do golpe”. Por fim, o CI 4 foi designado “Você teria a sorte do estagiário?”. Vale salientar que os textos foram disponibilizados no site do IQCAR¹⁵ e no repositório da UNESP¹⁶.

¹⁵ <https://www.iq.unesp.br/#!/ensino/pet/producoes/casos-investigativos/>

¹⁶ CI 1: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/236669>
 CI 2: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/236666>
 CI 3: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/236670>
 CI 4: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/236671>



Figura 27. Capas dos CI produzidos durante a implementação do design.
Fonte: dados da pesquisa.

O CI 1, intitulado “O propósito de Josi”, narra a história de uma senhora, chamada Sra. Antônio, que procura seu médico com queixas de sintomas específicos. Após diversas investigações, o diagnóstico da personagem é intoxicação por metais pesados. O contexto da história se passa em Minas Gerais, especificamente, na região de Brumadinho, onde ocorreu o rompimento de uma barragem em 2019, que acarretou a contaminação das águas por rejeitos de mineração, dentre eles, diversos metais pesados.

A primeira característica a ser destacada é que a história é contada em uma única página, isto é, pode ser considerado curto. De acordo com Herreid (1998), ser curto é um fator que pode impedir com que o leitor se distraia ao longo da leitura da história. Além disso, como mencionado, a narrativa se passa em uma região cujo contexto é marcado por um recente desastre ambiental, que foi amplamente divulgado e noticiado em jornais e mídias sociais.

A escolha desse contexto foi importante para conferir ao caso uma marca de atualidade e de relevância, uma vez que trata-se de um tema que envolve aspectos ambientais, de saúde e sociais a partir da problemática do desastre de Brumadinho. Por si só, podemos inferir, assim, que essa abordagem seja potencial para instigar o interesse no leitor, em virtude de ser uma temática atual a ser discutida.

Contudo, os autores optaram por dar enfoque na contaminação por metais pesados de uma antiga moradora da região, o que pode levar o leitor a assimilar que a intoxicação é oriunda do desastre ocorrido. Tendo em vista que o público-alvo dos CI, o enfoque na contaminação de metais pesados pode ser destacado como uma forma de abordar um tema relevante ao leitor, isto é, alunos de graduação em Química, uma vez que tal assunto faz parte do escopo estudado nessa área do conhecimento.

Ser relevante ao leitor é importante para despertar o interesse e o engajamento com o tema, caso contrário, não fará sentido ao leitor que, conseqüentemente, não dará prosseguimento à leitura. Todavia, para gerar empatia do leitor é primordial que a história apresente personagens com características e sentimentos bem explorados.

Ao todo, a história possui três personagens principais: a senhora Antônio, que sofre os sintomas de intoxicação; a médica, chamada de doutora Michele e a Josilene, filha de Antônio, formada em Química. Ao longo do texto, notamos que os personagens são pouco explorados no sentido do contexto e personalidade dos mesmos. Por outro lado, os sentimentos e sensações foram descritos de forma

minuciosa ao longo da narrativa. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos dessa característica do CI.

Após algumas semanas sentindo dores abdominais, diarreia, cólicas intestinais e sintomas de anemia, a Sra. Antônio, uma dona de casa de 61 anos de idade (...) (CI 1, p. 1).

- AI DOUTORA, já tem uns dias que tô sentindo umas dores na barriga, diarreia e tô me sentindo fraca e com tontura!!! Ontem nem consegui lavar as roupas (...) (CI 1, p. 1).

A médica começa a analisar os resultados e assustada diz (...) (CI 1, p. 1).

Com o intuito de dar mais vida e voz aos personagens, uma característica fundamental de um bom CI, de acordo com Herreid (1998), é a inclusão de citações. Nessa perspectiva, notamos que o CI apresenta bastante citações e marcas de uma linguagem cotidiana. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos.

Chegando no dia da consulta de Sra Antônio:

- Boa tarde, senhora... Antônio, né?! Qual o motivo da sua consulta hoje?

- AI DOUTORA, já tem uns dias que tô sentindo umas dores na barriga, diarreia e tô me sentindo fraca e com tontura!!! Ontem nem consegui lavar as roupas... (CI 1, p. 1)

Além do uso da citação, foi possível observar expressões linguísticas características de uma linguagem cotidiana, por exemplo, “né” e “ai”. Como defendido pelo autor, esses aspectos conferem um aspecto mais dramático e real à narrativa. Isso é potencial à medida que o leitor crie um sentimento de vínculo e empatia com os personagens, pois dessa forma o engajamento e o interesse para resolver o dilema proposto será maior.

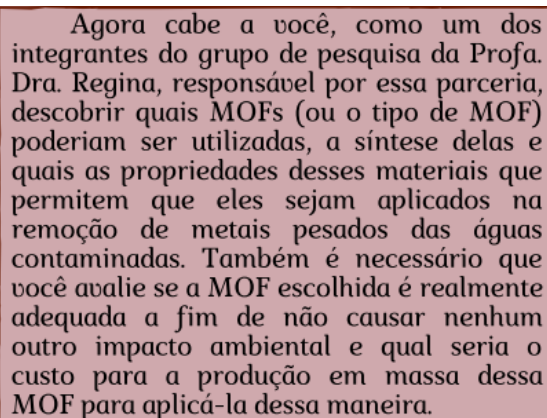
Por esse motivo, apesar do uso de citações e da linguagem cotidiana, seria pertinente que os personagens da história pudessem ser melhor desenvolvidos, principalmente em relação à sua história e personalidade, como defendido pela literatura especializada. Assim, poderíamos pensar em um CI com maiores potenciais em relação ao envolvimento do leitor com a narrativa.

Uma característica primordial apontada por Herreid (1998) de um bom CI é a presença de um conflito ou dilema que envolve questões científicas ou sociocientíficas. Nesse caso, em particular, o conflito proposto gira em torno da intoxicação por metais pesados da personagem senhora Antônio.

Durante a narrativa, os autores deixam claro que a filha de senhora Antônio é graduanda em química e que buscou informações dentro da universidade, com o

intuito de buscar ajuda à população de Brumadinho, afetada pelo mesmo problema. Como já mencionado, os CI foram escritos pensando no ensino de MOFs no ensino superior, ou seja, o público-alvo são alunos de graduação em Química, que podem se identificar com a personagem Josilene.

Ao final da narrativa, como proposto por Herreid (1998), o CI força uma tomada de decisão.



Agora cabe a você, como um dos integrantes do grupo de pesquisa da Profa. Dra. Regina, responsável por essa parceria, descobrir quais MOFs (ou o tipo de MOF) poderiam ser utilizadas, a síntese delas e quais as propriedades desses materiais que permitem que eles sejam aplicados na remoção de metais pesados das águas contaminadas. Também é necessário que você avalie se a MOF escolhida é realmente adequada a fim de não causar nenhum outro impacto ambiental e qual seria o custo para a produção em massa dessa MOF para aplicá-la dessa maneira.

Figura 28. Proposta final do CI 1.

Fonte: CI 1, p. 1.

Apesar dos autores amarrem, previamente, a solução para o problema da intoxicação por metais pesados e as MOFs, a proposta de tomada de decisão exige que o leitor realize uma investigação mais ampla a respeito da classe de materiais. Isto é, não basta que o aluno leitor saiba o que é MOF e suas propriedades, é necessário que ele busque mecanismos e avalie a MOF escolhida para tal finalidade.

Assim, para propor uma resolução ao problema de intoxicação por metais pesados gerado por um desastre ambiental, os estudantes necessitarão avançar em relação apenas à uma mera compreensão das MOFs. Isso revela que o CI 1 apresenta utilidade pedagógica, não sendo apenas uma curiosidade paralela ao tema para ser usado em sala de aula.

Nessa perspectiva, por trazer assuntos que envolvem uma temática ambiental real que é de extrema relevância socialmente, podemos dizer, ainda, que o CI é potencial para trabalhar aspectos sociocientíficos que envolveram o desastre de Brumadinho, por exemplo, as causas e consequências do rompimento da barragem.

De forma geral, podemos afirmar que o CI apresenta as características que um bom CI necessita ter, segundo a literatura especializada e, portanto, apresenta potencial para a utilização em salas de aula do ensino superior. O CI narra uma

história com marcas da dramaticidade, personagens que enfrentam uma situação que é consequência de um desastre que aconteceu no ano de 2019.

Nesse sentido, a importância do CI extrapola o aprendizado do conhecimento químico de MOFs, mas potencializa sua interação e relação dialógica com fenômenos atuais e relevantes da sociedade as quais os graduandos estão inseridos e atuarão profissionalmente.

O CI 2, por sua vez, foi intitulado “As máscaras”. A história narra um romance vivido por Isabele, uma fotógrafa que adora viajar, e Ramon, um investidor misterioso. O CI 2 contém duas páginas, o que pode ser considerado curto.

A história se inicia com uma narrativa de romance que, no decorrer do tempo, se transforma em uma história de suspense, pois Isabele desconfia que o misterioso Ramon guarda segredos sobre sua identidade. Esses elementos de suspense da história podem potencializar a capacidade de instigar o interesse pela questão a qual se pretende discutir, uma vez que o leitor pode se sentir cativado para ler toda a história e, principalmente, para resolver a situação-problema proposta ao final.

Nesse sentido, podemos dizer que os personagens são bem desenvolvidos, com detalhes sobre suas histórias e personalidades.

Isabele Garcia, uma garota de 22 anos, fotógrafa freelancer, adorava conhecer o mundo e se aventurar, mas a vida de viagens nunca a permitiu manter um relacionamento sólido, então sonhava em conhecer alguém que pudesse a acompanhar entre essas idas e vindas. Assim, foi em uma de suas viagens pelo Sul do Brasil que Isabele conheceu Ramon Dias, um investidor bem sucedido de 27 anos, um cara bonito e sempre bem vestido, porém sempre misterioso sobre seu trabalho e sua vida. E esse foi o início de mais uma história de amor... (CI 2, p. 1).

Esses detalhes sobre a história e características dos personagens é importante para provocar no leitor o sentimento de empatia por eles, e, assim, o envolvimento necessário com a história para motivá-lo a buscar uma solução para o problema. Além disso, a história possui elementos de drama, principalmente na reviravolta vivida pela personagem Isabele ao descobrir a verdadeira identidade de seu companheiro, explicitado no seguinte trecho.

A viagem foi passando e aquela história só ficou mais confusa, pois Ramon não costumava contar muitos detalhes sobre sua vida, como era sua família ou quais trabalhos já teve. Então, um tempo depois disso, quando já tinham retornado para casa, Isabele estava organizando as gavetas no escritório e se depara com algo inusitado: o RG e o passaporte de um homem de nome Augusto Petrov, porém as fotos eram de Ramón!! Daquele dia em diante a vida desse casal nunca mais foi a mesma... (CI 2, p. 1).

Nesse trecho fica evidente que o CI provoca um conflito, especificamente, no que diz respeito à identidade do personagem Ramon. Além disso, o texto apresenta marcas de uma linguagem cotidiana e a inserção de diálogos, o que fortalece a dramaticidade e dá mais vida e voz aos personagens.

Entretanto, algo que chamou a atenção de Isabele foi o fato de Ramon não ter se preocupado com este acontecimento. Então, ela o questionou:

– Ramon, você não quer saber quem está usando seu nome e seu documento? Isso é algo muito sério...

Ramon, um pouco incomodado com a situação, rapidamente respondeu Isabele:

– Ah, deve ser alguma confusão boba... Aquele hotel nem é tão bom! Não quero arrumar problema para nossa viagem logo no primeiro dia, amor. (CI 2, p. 1)

Conforme observado no extrato demonstrativo, o CI 2 apresenta diversos diálogos e elementos linguísticos utilizados em conversas cotidianas. Novamente, isso é importante para provocar no leitor o sentimento de afinidade pela história que está sendo contada.

Ao final da história, a personagem Isabele descobre a verdadeira identidade de Ramon e, frustrada com a situação, desabafa com Pedro, um pesquisador da área de Química Forense e se interessa por formas de solucionar o problema da falsificação de documentos.

- Então, isso já vem sendo estudado há algum tempo...essa área na química forense se chama documentoscopia e investiga a validade dos documentos que circulam na sociedade. Atualmente, uma nova classe de materiais é o principal foco de estudo, elas são conhecidas como MOFs e tem amplas aplicações em vários setores. - explicou Pedro, atraindo a curiosidade de Isabele (CI 2, p. 2).

Dessa forma, os autores estabelecem a relação entre o problema vivido pelos personagens Isabele e Ramon e as potencialidades das MOFs na anti-falsificação de documentos. Isso evidencia que o CI 2 é relevante ao leitor, aluno de graduação em Química, estudante de Química Inorgânica, mais especificamente MOFs.

Ademais, podemos dizer que a história é atual, uma vez que a problemática de falsificação de documentos vem sendo noticiada em jornais e mídias sociais e inúmeras pessoas sofrem com esse problema todos os dias, em diversas esferas da sociedade. Isso fica evidente no próprio CI, de acordo com o seguinte trecho.

Isabele se viu devastada perante tudo o que descobriu e como já era esperado deu fim ao relacionamento e ao que podia ser aquela vida a dois. Meses se passaram e aquela situação não saía de sua cabeça, conversando com outras colegas, ela descobria vários casos semelhantes de pessoas se passando umas pelas outras, amizades e relacionamentos que foram

construídos pela mentira sobre a verdadeira identidade de alguém e aquilo não a fazia superar o que ocorreu entre ela e Ramon (CI 2, p. 1).

Isso é importante, pois acaba conferindo a necessidade de atualidade e urgência para o problema que se pretende discutir. Posteriormente, os autores apresentam a proposta final para o CI, como mostra a Figura 29.

Imagine agora que você é o membro do grupo de pesquisa Applied MOFs que estuda a aplicação das MOFs na área forense e, assim como Isabele, também se vê indignado com as falsificações e fraudes que acontecem rotineiramente na sociedade. Primeiro, como as MOFs poderiam ser utilizadas para resolver o problema de Isabele? Em segundo, quais são as formas de sintetizar uma MOF e como você sintetizaria em seu laboratório uma MOF apropriada para essa aplicação? Qual o princípio do método ao utilizar a MOF na documentoscopia? Existe algo semelhante em algum país ou já visto de forma fictícia em séries, filmes e/ou novelas?

Lembre-se, essa classe de materiais tem uma ampla diversidade de estudos, foque na aplicação de documentoscopia que solucione o problema de Isabele!

Figura 29. Proposta final do CI 2.

Fonte: CI 2, p. 2.

Podemos observar, com base na proposta final do CI 2, que espera-se que os alunos possam conduzir seus estudos ao quadro teórico de MOFs para responder às questões propostas. Vale mencionar que, assim como no CI 1, a proposta vai além de compreender o que são MOFs, perpassando por processos de síntese e aplicações na área da documentoscopia. Isso demonstra que o CI possui utilidade pedagógica, não sendo somente uma curiosidade aos estudantes.

Além disso, o CI também propõe a discussão sobre a temática da anti falsificação em documentoscopia na resolução, ou seja, também é possível trabalhar os aspectos sociocientíficos envolvidos na problemática do tema, associados aos conhecimentos químicos.

Como é possível observar, a proposta final do CI não está necessariamente vinculada a uma solução para a história de Isabele e Ramon, mas sim ao problema mais geral de falsificação de documentos, que é o contexto e a abordagem da história vivida pelos personagens.

Como defendido por Herreid (1998), um bom CI conta uma história com início, meio e fim, sendo que o final fica em aberto para que o leitor possa propor uma solução e um final para a história. Nesse caso, em particular, o final foi revelado na própria história, de acordo com o seguinte trecho.

Daquele dia em diante a vida desse casal nunca mais foi a mesma... Pesquisando na internet e depois confrontando Ramon, Isabele descobriu que ele era um completo farsante! Seu nome verdadeiro era realmente o tal

Augusto, mas sua vida não era só feita de sucesso e boas conquistas e sim totalmente o contrário. Augusto Petrov durante muito tempo foi investidor, mas sem saber administrar seus bens se afundou nas dívidas e teve seu nome sujo. Foi a partir dali que surgiu Ramon, uma nova identidade e uma nova chance de dar certo na vida, porém de forma corrupta, ilegal e mentirosa! (CI 2, p. 1).

Com base nas características defendidas pela literatura especializada, consideramos que essa escolha dos autores poderia ser mais rica em potenciais se a proposta final do CI envolvesse uma tomada de decisão que impactasse diretamente na história vivida pelos personagens. Dessa forma, o aluno seria responsável por propor um final para a narrativa, o que acaba dando mais peso ao senso de comprometimento e empatia com a história.

Entretanto, em função de possuir todas as outras características de Herreid (1998) para ser considerado bom, podemos depreender que o CI 2 apresenta potencial para o ensino de MOF em aulas de graduação de cursos de Química. Em síntese, podemos dizer que o CI retrata uma história com personagens bem desenvolvidos, um enredo de suspense e reviravoltas com elementos que conferem drama e vida aos personagens. Em função disso, o CI apresenta um conflito atual e urgente que se relaciona às potencialidades das MOFs, possuindo então utilidade pedagógica. Apesar de propor questões ao final, apresentamos a ressalva de que a tomada de decisão poderia ter sido mais articulada ao final da história.

O CI 3 foi intitulado “Operação no limite do golpe” e conta a história de uma equipe de investigadores que estão trabalhando em um caso de uma facção criminosa, chamada “Gigantes da Ruína”, envolvida em crimes de lavagem de dinheiro. A história é contada em duas páginas e se inicia com uma contextualização sobre o problema.

É de conhecimento de muitos que crimes relacionados à lavagem de dinheiro ocorrem com muita frequência no Brasil há muitos anos e até mesmo nos dias atuais. Um dos estados com grande ocorrência destes tipos de crimes é o estado de São Paulo, onde já foram registrados cerca de R\$802 bilhões movimentados por uma facção criminosa chamada de “Gigantes da Ruína” (CI 3, p. 1).

Com esse trecho, os autores já deixam em evidência o caráter atual da história e a urgência envolvida na problemática de lavagem de dinheiro. Posteriormente, três personagens principais são apresentados, todos da equipe de investigadores sobre o caso. Os personagens são descritos de forma muito breve, sem detalhes sobre suas histórias e personalidades. Apenas são apresentadas algumas características profissionais, como evidenciado nos seguintes trechos.

Júlio, um dos investigadores mais conhecidos por comandar grandes operações, foi chamado para compor a equipe por conta de sua experiência e sucesso em grandes casos. Fez o seguinte questionamento (...)

O delegado Jorge Santos, com todo o seu espírito investigativo, fez a seguinte abordagem (...) (CI 3, p. 1)

Como já discutido, Herreid (1998) reforça a importância de um bom CI apresentar uma descrição minuciosa dos personagens, inclusive seus sentimentos e percepções, com o intuito de permitir um encantamento do leitor e, conseqüentemente, maior envolvimento com a história. Com base nisso, esse aspecto poderia ser melhor desenvolvido ao longo do texto como forma de enriquecer as potencialidades do CI.

Por outro lado, notamos que o CI apresenta bastante citações dos personagens, bem como marcas de linguagem que evidenciam o caráter real e urgente do CI e dão mais vida aos personagens, como evidenciado no seguinte extrato demonstrativo.

Passados alguns minutos, Osvaldo, um dos integrantes da equipe investigativa que se destaca pelo seu rápido raciocínio, teve a seguinte ideia:

- Senhores, pensei em algo que possa nos ajudar. Já que eles dispõem de uma pessoa com conhecimentos específicos sobre Química, que tal nós procurarmos ajuda especializada de pesquisadores renomados?

- Nossa! Excelente ideia, Osvaldo (...) (CI 3, p. 2).

Ademais, podemos dizer que o conflito da narrativa gira em torno do fato de que o chefe dos criminosos é um ex-estudante de Química, o que significa que possui conhecimentos teóricos e práticos que os auxiliam na execução de crimes, por exemplo, na falsificação de cédulas. Como visto, um dos personagens sugere que a equipe procure a ajuda de pesquisadores de Química renomados para solucionar o problema.

Ao final, os autores apresentam a proposta final de resolução do CI.

Digamos que você é um destes pesquisadores dos principais grupos de pesquisa, e levando em conta que as MOFs (metal organic frameworks) são uma classe de compostos químicos que podem ser utilizados para solucionar o problema, apresente uma proposta que consiga convencer os investigadores a trabalharem com você, sendo assim: Qual estratégia você pensaria para encontrar a solução? De que maneira poderia ser feita a utilização das MOFs? Quais argumentos você usaria para convencer de que o seu plano é eficiente e pode resolver o caso?

Figura 30. Proposta final do CI 3.

Fonte: CI 3, p. 2.

Como é possível observar, o CI possui utilidade pedagógica, pois exige que os estudantes proponham estratégias para a utilização das MOFs na resolução do problema proposto, além de argumentos para corroborar a estratégia proposta. Assim como os outros CI, a proposta vai além de uma resposta única e memorizada, isto é, não basta saber o que são MOFs, é necessário propor um caminho para solucionar um problema importante da sociedade.

Em síntese, podemos dizer que o CI apresenta a urgência e atualidade do problema de lavagem de dinheiro no país, apresenta um enredo de investigação criminal com personagens e elementos que dão vida e drama à história, que é curta e atual. Por fim, força a tomada de decisão com base em uma narrativa que associa o conhecimento químico de pesquisas com uma temática atual e relevante aos estudantes.

Dessa forma, com base nas características de um bom CI, proposto por Herreid (1998), podemos inferir que o CI 3 apresenta potencialidades para o ensino de MOFs em cursos de graduação.

Por fim, o CI 4, intitulado “Você teria a sorte do estagiário?”, apresenta duas páginas e se inicia com uma notícia e um informativo que contextualizam a história.

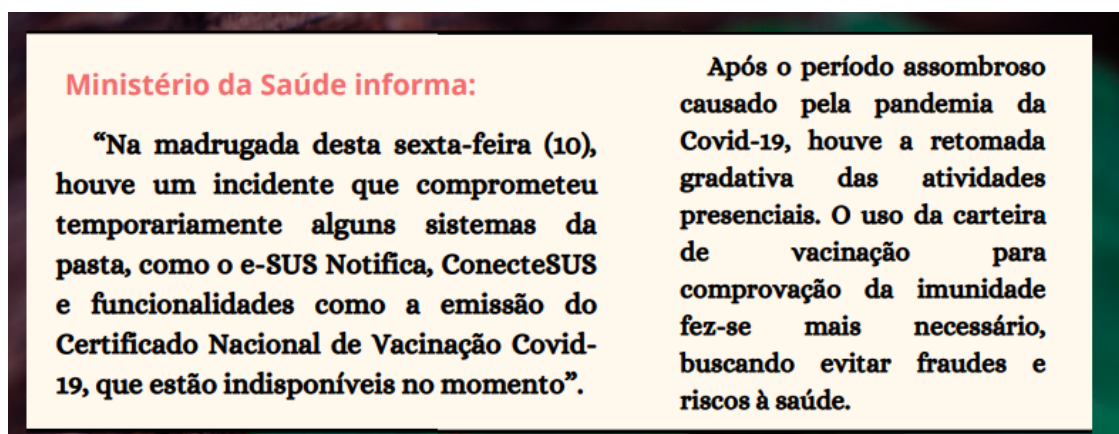


Figura 31. Introdução do CI 4.

Fonte: CI 4, p. 1.

A história se passa em um contexto de uma empresa química, chamada Atom Analytics, que recebe uma demanda do Ministério da Saúde, para auxiliá-los com a verificação da autenticidade de carteiras de vacinação. A história retrata uma equipe de Químicos, mas a ênfase é dada na chefe da equipe e no estagiário.

É interessante observar que os personagens não apresentam nomes próprios, mas sim codinomes que dizem respeito à sua personalidade ou sentimento. Os seguintes trechos são extratos demonstrativos.

Numa bela terça-feira ensolarada, a Chefe-carrasca da Atom Analytics, decidiu realizar uma reunião de urgência com seus principais funcionários da divisão P&D da empresa. Sem saber do que se tratava, um Estagiário-curioso decidiu se juntar aos funcionários da empresa para participar da reunião (CI 4, p. 1).

Ao final da discussão, o Estagiário-curioso, que passa a ser tornar Estagiário-com-Medo-de-Perder-o-Estágio, entra em conflito interno e não sabe o que fazer (CI 4, p. 2).

Essa característica, além de informar ao leitor sobre sentimentos e percepções dos personagens, ainda conferem comicidade ao texto. Isso pode ser importante para incentivar o envolvimento do leitor na história e, principalmente, gerar empatia com os personagens. De forma análoga, o CI 4 apresenta diálogos, marcas de uma linguagem cotidiana e elementos linguísticos expressivos que dão vida e voz aos personagens. O seguinte trecho é um extrato demonstrativo.

Ao entrar na sala, a Chefe-carrasca inicia dizendo:

- Hoje fomos convocados pelo governo para ajudar na produção de um material que irá auxiliar na anti-falsificação de carteiras de vacinação. Como todos já sabem, essa é uma oportunidade para nos promover... Já vejo nossa empresa nas principais manchetes "Atom Analytics ajuda governo a solucionar os problemas na falsificação de carteira de vacinação"... Ai... O trabalho já começa me animar novamente, portanto, falhar não é uma OPÇÃO (CI 4, p. 1).

Na introdução do CI (Figura 31) e nesse trecho, podemos observar nitidamente a urgência e a relevância dessa temática na sociedade atual. A associação da autenticidade de documentos e o problema de falsificação de carteiras de vacinação é um assunto que atualmente veio à tona com as campanhas de vacinação contra o coronavírus.

Assim, podemos dizer que o CI instiga o interesse pela questão a qual se propõe discutir. O conflito do enredo é posto com a delegação do trabalho de investigação de possíveis classes de materiais e estratégias para a anti falsificação das carteiras de vacinação.

Ao final da reunião, os funcionários ficaram aflitos e inseguros com o desafio e se olharam com cara de: "Quem será que vai ficar com essa bomba... Espero que não seja eu". Após muito pensar, a chefe decide delegar tarefas e, adivinhem quem ficou com a parte mais desafiadora? Isso mesmo o Estagiário-curioso (CI 4, p. 1).

A proposta deverá ser materializada em um relatório bem detalhado e fundamentado, segundo a Chefe-Carrasca. No decorrer da história, os autores deixaram em aberto a classe de materiais que deveria ser utilizada para a investigação a ser realizada. No entanto, na proposta final do CI, os autores direcionaram os estudos para as MOFs, ou seja, os estudantes deverão se basear no quadro teórico e metodológico dessa classe de materiais para tomar uma decisão. A proposta final foi apresentada na Figura 32.

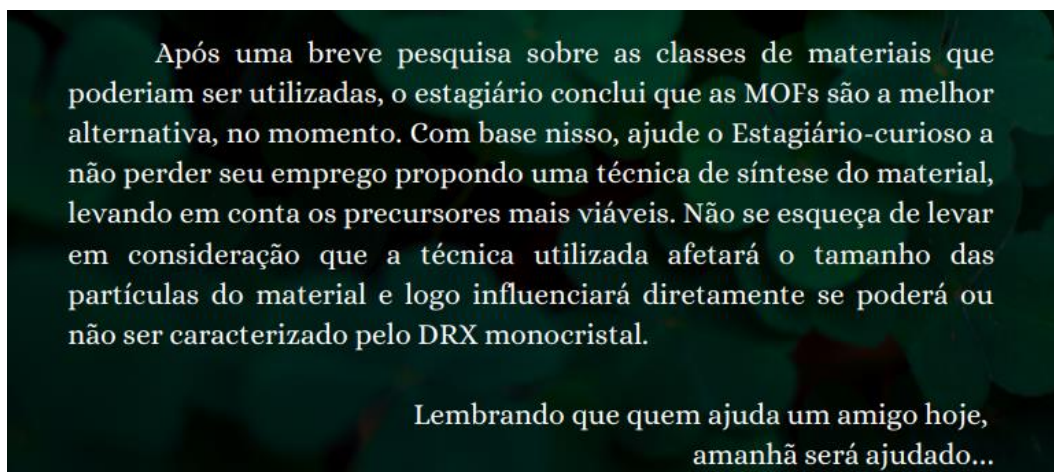


Figura 32. Proposta final do CI 4.
Fonte: CI 4, p. 2.

Assim como os outros CI, a proposta de resolução exige que o estudante desenvolva seus conhecimentos acerca da classe de materiais para conseguir propor um caminho para resolver o problema do estagiário. É interessante perceber que o público-alvo do CI são alunos de graduação e, futuramente, realizarão estágios e poderão vivenciar experiências semelhantes em sua atuação profissional. Mais uma vez, essa pode ser considerada uma maneira interessante de instigar o interesse do leitor e a desenvolver a empatia necessária para se envolver na história e propor soluções bem embasadas.

Sendo assim, podemos concluir que o CI apresenta utilidade pedagógica para o ensino de MOFs na graduação. Ademais, apresenta todas as características que um CI precisa ter para ser considerado bom, segundo a literatura especializada, sem ressalvas. Por esses motivos, podemos depreender que o CI apresenta grandes potencialidades para ser utilizado em salas de aula do ensino superior.

Em síntese, podemos dizer que os quatro CI analisados atendem a todos os requisitos propostos pela literatura especializada, com poucas ressalvas apontadas ao longo das análises. Em virtude disso, torna-se evidente que os CI foram produzidos pelos petianos com embasamento teórico-metodológico. A partir disso, podemos

refletir sobre as potencialidades da implementação dos CI para o ensino de MOF de graduação.

Autoras pioneiras no estudo de CI no ensino de Química no Brasil, como Sá e Queiroz (2010), defendem as ricas potencialidades dessa estratégia quando bem elaboradas e bem planejadas pelo professor. Como discutido anteriormente, muitas vezes, o ensino de química da graduação pode ser desestimulante e desvinculado de situações práticas que os estudantes vivenciarão em sua atuação profissional.

Como podemos perceber, ainda que a pesquisa inspiradora tenha sido especificamente o uso de MOFs luminescentes para aplicação da anti falsificação de cédulas, pode haver diversas ramificações dentro do mesmo tema gerador, as MOFs. Três dos quatro CI foram produzidos com a abordagem antifalsificação, mas em diferentes perspectivas. O CI 1 foi o único que se diferencia no quesito aplicação da MOF, sendo abordada a questão de sua capacidade para a absorção de metais pesados.

Diante disso, compreendemos que a elaboração de CI inspirados TDC sobre pesquisas científicas oriundas do próprio instituto em que são vinculados os estudantes seja um avanço para o ensino de química da graduação. Destacamos as grandes potencialidades quanto à aproximação dos estudantes e seu futuro profissional. A característica de gerar empatia com os personagens serve não somente para promover o envolvimento do estudante com a história, mas também para que ele possa projetar a si mesmo em uma situação como a descrita no CI e encontrar meios para solucionar o problema de forma bem fundamentada no conteúdo químico envolvido.

Ainda nessa perspectiva, podemos ressaltar as potencialidades em disseminar as pesquisas e os TDC sobre ela entre os próprios graduandos. Isso é importante, não só para que as pesquisas relevantes sejam reconhecidas pelos próprios membros da comunidade acadêmica, mas também no sentido de promover um contato entre os graduandos e o universo da pesquisa científica. Isto é, para que eles possam reconhecer como determinado conhecimento científico vem sendo aplicado na prática, em diálogo com as demandas atuais da sociedade contemporânea, por meio das pesquisas científicas, embasadas teórica e metodologicamente.

Como pudemos observar, as abordagens dos CI apresentam grande relevância seja socialmente, ambientalmente e/ou economicamente. Assim, é possível refletir sobre a integração que é feita entre os avanços no conhecimento químico de MOF,

produzidos dentro da universidade por meio das pesquisas e situações fictícias, mas que estendem a problemas reais enfrentados por outras esferas da sociedade.

Como defendido no Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado, por exemplo, no Capítulo 2, encontramos alguns princípios que devem nortear a formação profissional que se assemelham ao que é defendido na literatura especializada sobre CI. Dois exemplos nítidos são: exercitar sua criatividade para resolução de problemas e aprender a tomar decisões, levando em conta os possíveis impactos ambientais ou de saúde pública.

Partindo do pressuposto que os CI elaborados pelos petianos apresentam as características centrais para serem considerados bons, essas duas habilidades em prol de uma formação ampla prevista pelo PPC do curso podem ser trabalhadas a partir de uma intervenção pedagógica com o uso dos CI no ensino de graduação.

Na próxima seção, apresentamos a discussão das inter-relações entre processo e produto do *design* sob a óptica do princípio da indissociabilidade.

5.3 Inter-relações entre pesquisa, TDC e CI sob a óptica do princípio da indissociabilidade

De que forma o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foi concebido nas inter-relações entre processo e produto do design?

Nas seções anteriores, reunimos um arcabouço de evidências empíricas que se referem tanto ao processo quanto aos produtos do projeto implementado. Ao trabalhar em uma perspectiva de pesquisa baseada em *design*, definimos princípios teóricos que fundamentaram a organização do processo e que, ao mesmo tempo, impactaram na elaboração dos produtos finais.

Neste ponto, entendemos que retomar os princípios do *design* pode nos dar condições de compreender a integração entre os elementos de ensino, de pesquisa e de extensão no *design* e de fazer um movimento de síntese ampla. Todavia, essa compreensão não é feita de forma isolada, mas a partir de inter-relações entre o processo e os produtos do *design*. Assim, também possibilita um terceiro movimento de discussão sobre o próprio *design* proposto.

Em discussões precedentes, apresentamos as problemáticas que impulsionaram o desenvolvimento da presente pesquisa, evidenciando as fragilidades que ainda existem na relação da universidade com a sociedade. O princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, por sua vez, foi pensado e fixado na Constituição Federal de 1988 no sentido de minimizar esses problemas e fomentar a universalidade e a pluralidade nas universidades públicas brasileiras.

De certo, não era nossa pretensão propor uma solução simples e meramente técnica para tais problemas, em virtude de sua grande magnitude e complexidade. Todavia, quando pensamos em iniciativas locais, não é novidade que as inter-relações entre ensino, pesquisa e extensão são, de maneira geral, desequilibradas ou até mesmo inexistentes. Como apontado por Moita e Andrade (2009), frequentemente são estabelecidas apenas relações duais com a valorização de uma ou duas dimensões em detrimento de outras.

Por vezes, de forma geral, a extensão tem sido concebida de forma burocrática, assistencialista ou meramente ativista, o ensino tem estado desligado das realidades locais e das novas formas de produção de conhecimento e a pesquisa se fecha em um ciclo de comunicações verticais ininteligíveis por indivíduos fora da comunidade acadêmica.

Foi pensando nisso que propusemos um projeto pautado na elaboração de TDC e CI inspirados em uma pesquisa científica. As produções científicas sobre MOFs luminescentes aplicadas ao contexto da Química Forense, desenvolvidas por um grupo do IQCAr, atuaram na dimensão da pesquisa. A DC, especialmente na forma textual, foi concebida como material potencialmente extensionista e os CI, por sua vez, atuaram no papel de subsidiar potencialidades inovadoras no ensino de graduação.

Contudo, Gonçalves (2015) já apontava que não basta que as três dimensões coexistam, elas precisam andar e avançar em conjunto. Em função disso, as etapas do projeto foram pensadas de forma gradativa e progressiva. Isto significa que as dimensões se articularam durante o projeto, e não trabalhadas de forma estanque e individualizadas, como é feito usualmente em práticas universitárias.

Ao investigar os dados empíricos, evidenciamos o código analítico “dinâmica integrativa, gradual e não linear do processo”, em que pudemos observar que a organização mais articulada das atividades referente à pesquisa, à extensão e ao ensino enriqueceu o processo e contribuiu para a elaboração dos materiais finais de forma integrativa.

Como defendido em discussões precedentes, a execução das atividades munuiu os petianos com arcabouços teóricos e, assim, cada atividade deu subsídio para a execução da subsequente. De forma macro, estudar as bases teóricas da pesquisa (Etapa 1) subsidiou a elaboração dos TDC, ainda que somente o domínio dos conhecimentos químicos não fosse suficiente para a elaboração de textos adequados para ações extensionistas. Sendo assim, a Etapa 2 consistiu em estudar as bases teóricas da DC e, dessa forma, realizar movimentos de transposição de um conhecimento puramente técnico em uma linguagem acessível, atrativa e com elementos didatizantes para um público não especializado no assunto. A soma desses três movimentos serviu como preparação para a elaboração de materiais com enfoque no ensino, os CI (Etapa 3).

Como comentado, a pesquisa por si só acaba se restringindo aos pares e aos especialistas no assunto. Sendo assim, houve um processo de conceber a pesquisa em uma perspectiva mais dialógica com a comunidade, por meio da DC e, ao mesmo tempo, integrá-la a um ensino mais articulado aos anseios e realidade da sociedade moderna.

Podemos pensar, portanto, no *design* implementado como um processo integrativo, em que os três eixos avançam em conjunto e dialogam entre si. Vale destacar que a escolha dos princípios de *design* se pauta nos problemas que motivaram o desenvolvimento do *design* (Capítulo 1), assim como nos quadros teóricos (Capítulo 2) e princípios metodológicos, incluindo o contexto de implementação (Capítulo 4) estabelecidos para a pesquisa. Por esse motivo, a seguir, realizamos uma análise de cada um dos princípios e a forma como a indissociabilidade foi concebida a perspectiva de cada princípio.

➤ **Interdisciplinaridade**

Com base no princípio da interdisciplinaridade, propusemos o estabelecimento de um projeto pautado na parceria entre três grupos consolidados da nossa universidade. O primeiro é um grupo consolidado que vem desenvolvendo pesquisas científicas de grande relevância e impacto (*Applied MOFs*). O segundo grupo está inserido no contexto de educação tutorial, fomentado e financiado para desenvolver ações que integram ensino, pesquisa e extensão (PET-Química). O terceiro é o único grupo de pesquisa que atua com ensino de Química dentro do IQCAr e há anos vem investigando aspectos relacionados à formação de professores, ao planejamento didático e à inovação no ensino de Química (RIPEQ).

Pensando no projeto como um todo, nas parcerias realizadas e, sobretudo, no princípio da interdisciplinaridade, podemos pensar que o *design* possibilitou um trabalho colaborativo amplo, em que houve o envolvimento e contato direto entre alunos de graduação, alunos de pós-graduação, professores e pesquisadores que atuam em diferentes áreas de saberes específicos.

As próprias características de uma pesquisa baseada em *design* estimulam a integração de diferentes profissionais, que atuam em diferentes níveis, no planejamento e na implementação de um protótipo, como forma de solucionar um problema prático complexo. Além disso, a interdisciplinaridade é uma diretriz a ser perseguida na extensão universitária (FORPROEX, 2012) e é uma característica almejada do programa PET (BRASIL, 2006).

Partindo para as evidências empíricas, a categoria “gerenciamento do *design*” nos permitiu ponderar sobre o papel da equipe multidisciplinar, que, de acordo com a percepção dos petianos, gerou um impacto positivo na execução das atividades e, conseqüentemente, nos textos finais produzidos.

Do eixo da pesquisa, por exemplo, houve a participação dos pesquisadores do *Applied MOFs*, com a *expertise* dos conhecimentos teóricos e práticos de pesquisa em MOFs, que atuaram tanto no planejamento quanto na implementação do *design*, em diversas atividades de todas as etapas, inclusive de revisão dos textos. Dessa forma, se envolveram nas atividades que envolviam os TDC e os CI também.

Da DC, por sua vez, tivemos a participação de uma professora de uma universidade internacional e a colaboração do jornalista do IQCAr na revisão dos textos finais. Além disso, alguns membros da equipe já estavam engajados nessa área, desenvolvendo trabalhos paralelos e também puderam contribuir no processo. Dos CI, houve a participação de um professor que atua há anos com CI no seminário disparador e a própria participação do orientador deste trabalho, que também vem trabalhando com essa temática há um tempo.

Refletimos sobre o princípio da interdisciplinaridade sob a óptica da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, a partir das interconexões entre as três áreas do conhecimento. Tradicionalmente, os grupos das universidades atuam de forma isolada, trabalhando em projetos e iniciativas que priorizam o ensino, a pesquisa ou a extensão isoladamente e as trocas costumam ser realizadas entre pares de uma mesma área e de níveis semelhantes.

Podemos pensar em uma complementação das *expertises* para o desenvolvimento do *design*, com a integração de professores, pesquisadores e alunos em diferentes níveis, em que a integração e o intercâmbio dos diferentes saberes acabaram gerando subsídios para a produção de textos qualificados e bem fundamentados.

Portanto, associando o princípio da interdisciplinaridade ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, podemos pensar que o *design* foi potencial no sentido de superar uma cultura dissociativa, que emerge de práticas habituais das universidades, por meio do fomento ao estabelecimento de uma nova cultura, a da colaboração e integração.

➤ **Impacto na formação dos discentes**

O impacto na formação dos discentes foi uma de nossas premissas durante o planejamento e a implementação do *design*. Esse princípio de *design* foi incorporado por alguns principais motivos. O primeiro, podemos dizer, se deu em virtude das próprias atribuições do PET. De acordo com documentos oficiais (BRASIL, 2006), uma

formação acadêmica ampla é uma premissa para se evitar a especialização precoce e é necessário que seja trabalhado esse aspecto durante a participação dos discentes no programa.

O segundo motivo é que a ampla revisão da literatura sobre divulgar a ciência e o uso de CI e, em particular, como fazê-los, exposta no Capítulo 2, nos gerou grandes reflexões e, sobretudo, críticas acerca de iniciativas espontaneístas e meramente ativistas, sem qualquer tipo de fundamentação.

A revisão nos mostra que divulgar a ciência, por exemplo, não é, e está longe de ser, tomar um discurso científico, puramente técnico, e expor ao público não-especialista, ou fazer meras simplificações. Como apontou Massarani e Moreira (2020), um dos grandes desafios da DC hoje é o treinamento de jovens cientistas e divulgadores científicos para gerar materiais qualificados para tal finalidade.

O mesmo ocorre com o uso de CI. A literatura especializada nos revela que as potencialidades pedagógicas dos casos se atrelam às características e atribuições da história que se pretende contar. Assim, compreendemos que a inovação pedagógica que pode emergir com o uso de CI em salas de graduação exige que os casos estejam bem preparados para o ensino de Química. Esta, inclusive, é uma das dificuldades apontada pelos professores no que diz respeito ao uso de CI em salas de aula, a pouca disponibilidade de CI adequados.

Em ambas as modalidades de texto, seja em DC ou CI, pensamos que a não fundamentação ou uma prática totalmente espontaneísta pode comprometer os propósitos e a execução de cada uma das iniciativas. O terceiro motivo, que complementa o segundo, se dá em função da premissa de que o domínio do conteúdo químico não é o suficiente para que se produzam bons TDC e CI.

Baseado nesses motivos, o *design* foi planejado e implementado no sentido de fornecer aos petianos fundamentos teóricos e metodológicos de cada uma das áreas envolvidas no projeto, como já mencionado. A análise dos dados empíricos nos dão indícios de que o projeto apresentou um caráter marcadamente formativo. A categoria “experiência formativa ampla e significativa”, principalmente, permitiu compreender a percepção dos petianos nesse sentido. É interessante notar que a perspectiva de uma formação ampla envolve também aspectos afetivos de alguns petianos, que se sentiram mais preparados para o futuro profissional e mais confiantes após o processo. Essas evidências corroboram a perspectiva de que a experiência foi significativa aos participantes.

Além das evidências relacionadas à percepção dos petianos, a análise dos textos acaba fortalecendo essa perspectiva formativa, haja vista a grande qualidade dos produtos finais gerados, TDC e CI, pelos estudantes. Notamos que, de forma geral, os textos contemplam as principais características recomendadas pela literatura especializada.

Neste ponto, refletimos sobre a inter-relação entre ensino, pesquisa e extensão à medida em que inferimos os impactos do *design* na formação dos petianos. No decorrer das etapas e, como mencionado, de forma progressiva, os petianos foram fortalecendo suas bagagens teórica e metodológica e estas foram se articulando ao longo do processo de forma a subsidiar a elaboração dos produtos finais.

Pensando no caráter formativo das Etapas 1, 2 e 3, temos indícios de que os petianos aprenderam elementos cruciais da pesquisa (conceitos, técnicas, procedimentos internos e funcionamento da ciência). Depois, houve um movimento de aprender como transformar esses elementos em textos bem preparados para divulgar a ciência envolvida e, por fim, como transformar em textos que cumpram o papel de ensino em um contexto de graduação.

Por um lado, defendemos que dominar somente o conteúdo não é suficiente para elaborar TDC e CI, por outro, salientamos que a compreensão sobre os saberes envolvidos na pesquisa é imprescindível para elaboração dos materiais. Da mesma forma, escrever TDC e CI exigiu a formação ampla em relação: I) à pesquisa científica e todos os fatores relacionados a ela; II) ao desenvolvimento de capacidade de comunicação e comprometimento com um público-alvo não especialista (seja em um público mais amplo ou em alunos de graduação); III) a aspectos didáticos, procedimentos explicativos, fórmulas de envolvimento que remontam ao ensino desses saberes.

Assim, as evidências empíricas, especialmente em uma articulação processo-produto sob a óptica da indissociabilidade, indicam que o *design* apresenta um caráter formativo amplo de profissionais, que não ficarão apenas centrados em suas atividades de pesquisa ou atividades profissionais, mas que desenvolveram competências e sensibilidade para se comunicar com o público mais amplo, isto é, além de seus pares.

➤ **A DC como um gênero discursivo**

A DC como um gênero discursivo, defendido inicialmente por Zamboni (2001), foi concebida como um princípio de *design* e implica em compreender as características e atribuições que envolvem divulgar a ciência. Isso envolve, como discutido em princípios anteriores, a promoção de um processo formativo, uma vez que assumimos que divulgar a ciência vai muito além de simplificar o discurso científico (NUNES; QUEIROZ, 2020), que é marcado por uma linguagem técnica e de pouca acessibilidade.

Como observamos nas evidências empíricas obtidas nos GF, na categoria “experiência formativa ampla e significativa” houve uma percepção expressiva de que a aprendizagem dos fundamentos da DC foi significativa. Isso implica no reconhecimento das diferenças de linguagem entre textos científicos e TDC e, até mesmo, na percepção de desenvolvimento de habilidades de comunicação e no reconhecimento de sua importância no futuro profissional.

Neste *design*, a proposta foi divulgar especificamente os resultados obtidos por uma pesquisa científica sobre MOFs luminescentes. Para isso, estudos aprofundados sobre o conhecimento químico precederam a etapa de produção dos TDC e CI.

Todavia, apoiados na análise dos produtos finais, há um elemento da pesquisa que é de grande importância quando pensamos na articulação com a extensão e o ensino. Identificamos diversos aspectos relacionados à divulgação e reconhecimento do grupo de pesquisa, da própria instituição e à desmistificação de visões de senso comum sobre a ciência e sobre a construção de conhecimentos por meio de pesquisas científicas.

Isso é importante principalmente associado ao eixo da extensão, quando pensamos na urgência de movimento de valorização e que possam suscitar o encantamento do grande público da sociedade para/com a ciência e a pesquisa realizada em universidades públicas. Como discutido na problemática, apresentada no Capítulo 1, muitas vezes essa interação é fragilizada, o que resulta na falta de reconhecimento de pesquisadores e no trabalho de pesquisa realizado em universidades e, conseqüentemente, na desvalorização e negligência das pesquisas científicas brasileiras.

Podemos relacionar, ainda, as evidências empíricas e algumas diretrizes da extensão universitária (FORPROEX, 2012). A diretriz interação dialógica, por exemplo, se articula com a quarta categoria, “consciência ética e sociopolítica” e com a análise realizada dos TDC. Analogamente, o comprometimento com a

acessibilidade da informação, por exemplo, se reafirma com a categoria “linguagem” e “recursos textuais” do bloco de análise “forma”, conforme definido por Ferreira e Queiroz (2011).

Neste momento, cabe uma valiosa discussão acerca do projeto como um todo e da interação dialógica entre universidade e sociedade. É um fato que o contato entre os petianos e o público não-acadêmico não se deu de forma direta e presencial, principalmente em função da implementação do *design* ocorrer durante o período pandêmico e de distanciamento social.

Ainda que a DC apresente uma perspectiva transmissiva, isto é, na modalidade unidirecional (UNESP, 2018) e, no caso particular desta pesquisa, não tenha ocorrido o contato físico e imediato entre os universitários e outros setores da sociedade, há alguns pontos que se sobressaem após a análise e discussão dos dados.

Em um primeiro momento, podemos pensar que o contato direto e físico com a comunidade não é, necessariamente, garantia de interação dialógica. É muito comum que, em práticas espontaneístas, os cientistas façam o contato direto com a sociedade de maneira despreparada ou inadequada, em uma tentativa de divulgar seu trabalho e a ciência envolvida. Nos apropriando de algumas das falas proferidas pelos petianos, o ato de levar um *banner* apresentado em congressos científicos na praça, como forma de apelo a incentivos e financiamentos, por exemplo, é entendido por muitos cientistas como uma maneira de divulgar a ciência.

Essas práticas, por mais que possa haver um contato presencial e imediato entre membros da universidade e da sociedade, muitas vezes não há nenhum tipo de interação dialógica, uma vez que a linguagem utilizada entre o comunicador e o público-alvo não compartilham significados.

Entendemos, portanto, que o princípio da dialogia em práticas extensionistas se dá pela adoção de uma postura dialógica, em que os diferentes saberes sejam considerados e interajam entre si. Como argumentamos na quarta categoria, “consciência ética e sociopolítica”, foi possível identificar o comprometimento dos petianos com o público, não somente no sentido de transmitir informações científicas de forma acessível, mas também em prever possíveis reações do leitor, levando em consideração os saberes populares, os possíveis anseios e interesses de um leitor que não faz parte da comunidade acadêmica.

Então, o comprometimento e a sensibilidade com um leitor leigo são indícios de uma preparação adequada com vistas a propiciar, de fato, uma interação dialógica.

Isto é, os petianos puderam desenvolver uma postura dialógica em relação à DC, que envolveu uma série de fatores como adaptação da linguagem, uso de recursos específicos, comprometimento e sensibilidade social e desenvolvimento de consciência sociopolítica. Todas essas evidências discutidas ao longo da dissertação, com base nos dados empíricos, corroboram a perspectiva de que houve uma preparação para um contato qualificado e mais adequado com a comunidade.

Algumas críticas em relação à extensão são realizadas ao modo como são conduzidas as atividades extensionistas de forma geral. Assim, podemos pensar que aprender a produzir adequadamente materiais extensionistas qualificados é uma das condições para o contato verdadeiramente dialógico com a comunidade, para além de uma perspectiva meramente ativista e de improvisação, ainda que se tenha a interação presencial e um contato direto.

Podemos pensar que as limitações do contexto pandêmico impossibilitaram, neste primeiro momento, o contato direto com a comunidade. Todavia, as análises dos dados nos mostram que a prática de DC do projeto foi concebida como uma atividade pré-extensionista, no sentido de disparar ações potencialmente extensionistas e que se aproximam e dialogam diretamente com os princípios da extensão.

Portanto, podemos dizer que as evidências empíricas associadas ao princípio da DC como um gênero discursivo nos indicam que o *design* foi potencial para suscitar o senso de comprometimento dialógico e produzir materiais com caráter extensionista adequados para tal finalidade, que se articulam tanto com a pesquisa a qual se pretende divulgar quanto com o ensino, por meio dos CI.

➤ ***Inovação no ensino de graduação***

O princípio de inovação no ensino de graduação foi incorporado ao *design* tendo em vista as grandes potencialidades do uso de CI revelados pela literatura especializada. Em discussões precedentes, apontamos a problemática de que, em muitos casos, o ensino de graduação é descolado dos novos conhecimentos desenvolvidos em pesquisas, se restringindo à transmissão de conteúdos curriculares cristalizados em livros didáticos e currículos da área, nem sempre atualizados do ponto de vista dos conhecimentos científicos. Além disso, o ensino de graduação acaba se desligando das realidades locais, além das barreiras da universidade.

No entanto, como defendido por Moita e Andrade (2009), um ensino integrado aos conhecimentos de pesquisa e aos anseios da população se torna mais relevante e mais significativo aos estudantes. É com base nessas premissas que podemos inter-relacionar o eixo de ensino com as dimensões da pesquisa e da extensão na Etapa 2.

Pensando nisso, as atividades da Etapa 2 foram planejadas no sentido de fornecer embasamento sobre como escrever um CI que fosse considerado “bom”, segundo a literatura especializada da temática. De forma análoga aos TDC, escrever um CI demanda uma série de cuidados e características para aumentar as potencialidades da história.

Nesse momento, a preocupação não era em como explicar esses conceitos e transmiti-los aos estudantes de graduação de forma passiva, mas sim, por meio de uma estratégia didática investigativa, elaborar uma história para direcionar a aprendizagem com enfoque no protagonismo do aluno.

Além do fato dos CI terem sido elaborados com base nos TDC, pudemos observar, na análise dos textos, que as narrativas foram elaboradas a partir de contextos e problemáticas reais. A pesquisa inspiradora foi desenvolvida como uma forma de contribuir para os conhecimentos da área e defende a aplicação das MOFs luminescentes como marcadores ópticos no combate à falsificação de cédulas. Esse contexto foi transposto em situações cotidianas, com personagens e diálogos que conferem dramaticidade aos CI.

As análises das evidências oriundas dos GF nos revelam a percepção de que houve aprendizagem significativa desses fundamentos pelos petianos e que, tais fundamentos foram materializados nos CI produzidos ao final do projeto. Em relação à percepção dos petianos, identificamos o reconhecimento de alguns problemas do ensino tradicional e da forma como o uso de CI pode superar esses problemas.

Nesse caso, podemos pensar que a proposta de ensino de MOFs se relaciona a uma problemática cotidiana em que a solução para esse problema, por sua vez, se articula aos conhecimentos gerados por uma pesquisa, que foram amplamente trabalhados nos TDC, que podem servir como referência para a aprendizagem dos conceitos. Assim como os TDC, escrever um CI demanda sensibilidade e comprometimento com um ensino mais articulado com os novos conhecimentos gerados por pesquisas e articulado com as demandas de outras esferas da sociedade além da universidade.

De forma análoga aos TDC, ainda que não tenha ocorrido o contato entre os petianos e os alunos de graduação, podemos com base no princípio “inovação no ensino na graduação”, que o *design* concebeu formas inovadoras de pensar no ensino de Química do ensino superior, que culminaram na elaboração de Casos qualificados e potenciais em articulação com a pesquisa e com a extensão.

Com base nas evidências empíricas levantadas e na discussão dos princípios teóricos de *design* associados ao processo e aos produtos, retomamos nossa questão de pesquisa.

Planejar e implementar um *design* nos permitiu analisar não somente os produtos finais gerados no projeto, mas também investigar as características do processo que conduziram até os textos produzidos. Assim, foi possível compreender a forma como ensino, pesquisa e extensão foram concebidos e articulados ao longo do processo e como eles se concretizaram nos textos finais.

De forma geral, a extensão foi concebida em um movimento dialógico gerado a partir da sensibilidade e do comprometimento de graduandos em Química com um público amplo não especialista da comunidade. Ainda que não tenha ocorrido o contato direto entre as partes, as evidências empíricas nos indicam que a interação foi promovida por outros caminhos, que resultaram em materiais com grande potencial extensionistas.

Do ponto de vista da pesquisa, as produções científicas do grupo *Applied MOFs* foram retratadas para além de uma mera transmissão dos conhecimentos químicos envolvidos, mas também seus procedimentos internos, controvérsias e dificuldades enfrentadas no processo, contribuindo para uma visão mais realista e de maior reconhecimento ao grupo de pesquisa.

O ensino, por sua vez, foi pensado em uma perspectiva inovadora que busca romper com as marcas de um ensino puramente tradicional dissociado de práticas atuais e das preocupações da sociedade moderna. Apesar de não ter ocorrido o contato direto com alunos, os textos gerados ao final do *design* apresentam qualificação e potencialidades para sua implementação no ensino de graduação, o que foi observado a partir do comprometimento pedagógico.

Assim, o *design* permitiu delinear uma interface entre uma pesquisa científica, TDC que apresentam princípios extensionistas e CI com potenciais didáticos inovadores para o ensino de graduação. Esse movimento foi intimamente associado

aos princípios de *design* interdisciplinaridade, impacto na formação discente, a DC como um gênero discursivo e inovação no ensino de graduação.

Diante disso, sintetizamos no esquema da Figura 33 o *design*, os princípios que orientaram seu desenvolvimento e as respectivas implicações sob a óptica do princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Princípios de *design* $\longleftrightarrow$ *Design* $\longleftrightarrow$ Implicações

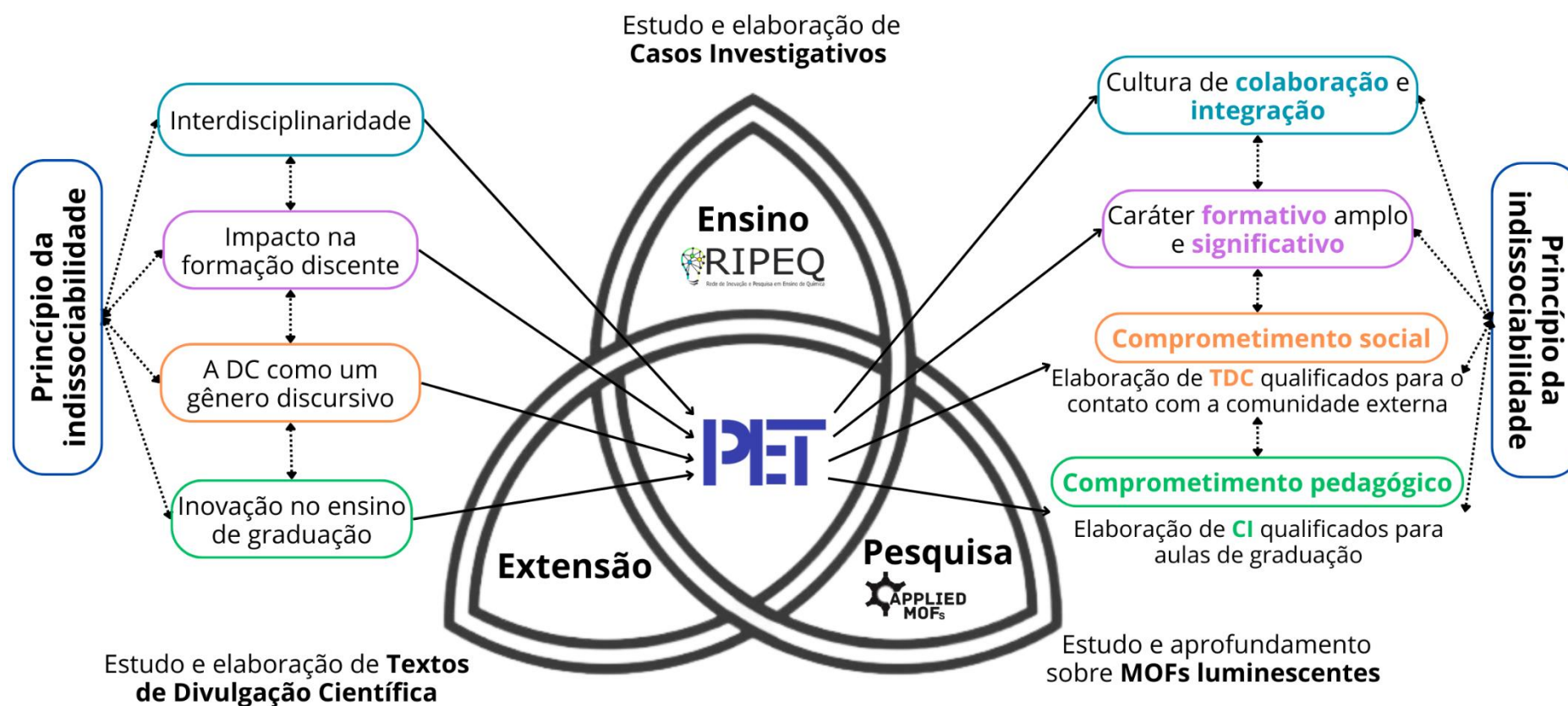


Figura 33. Síntese ampla do design, seus princípios e implicações sob a óptica do princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.
Fonte: elaboração própria.

Em termos de generalizações deste caso e como forma de responder à pergunta escolhida como título da dissertação, podemos dizer que uma das formas de conceber ensino, pesquisa e extensão como indissociáveis na Química é o desenvolvimento de projetos que avancem e privilegiem um outro tipo de cultura, que não a dissociativa.

Uma cultura baseada em colaboração e integração entre diferentes atores universitários que pode enriquecer a articulação entre as dimensões ensino, pesquisa e extensão. Nesse sentido, a interdisciplinaridade pode ser um caminho interessante para romper com as práticas universitárias individualizadas reducionistas.

Além disso, quando se tem em vista um projeto apoiado em bases teóricas sólidas e fundamentadas nas três dimensões, associados ao trabalho colaborativo e interdisciplinar, o processo pode apresentar um caráter formativo e significativo para os atores universitários que o vivenciam. Assim, se abrem possibilidades para pensar em gerar impactos na formação discente.

Esse processo formativo, ainda, quando associado à pesquisa, à extensão e ao ensino, pode suscitar o desenvolvimento do comprometimento em três esferas: I) científica, isto é, com a própria ciência e os meios de produzir conhecimento dentro da universidade; II) social, com a democratização dos conhecimentos científicos e a divulgação e valorização de grupos de pesquisas e da própria instituição universitária pública; III) pedagógica, com a proposição de um ensino de graduação inovador mais conectado à pesquisa e à extensão.

Por fim, podemos pensar que o desenvolvimento desta pesquisa, que se inspira nos moldes de uma pesquisa baseada em *design*, apresentou grandes contribuições não somente para as discussões sobre o princípio da indissociabilidade, mas também no sentido de propor um projeto universitário, o qual foi planejado e, posteriormente, implementado por diferentes atores universitários. Esse projeto, ainda, dispara uma série de ações potenciais nas três dimensões: ensino, pesquisa e extensão, que são apresentadas no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 6: APERFEIÇOAMENTO DO *DESIGN* E PERSPECTIVAS FUTURAS

Como desenvolver um design que envolva processos otimizados para a elaboração de TDC e CI inspirados em uma pesquisa científica produzida no IQCAr no contexto do PET-Química?

De certo, participar do planejamento e da implementação do *design* nos deu condições de avaliar não só os aspectos referentes aos objetivos traçados para a presente pesquisa, mas também avaliar o *design* na prática. Esse movimento permite sugestões de melhoria ao processo como um todo. De forma geral, apoiados nas evidências empíricas e nas análises anteriores, avaliamos o *design* de forma positiva em sua execução, sem grandes modificações em sua estrutura.

Um ponto a ser mencionado é que o grupo PET-Química atua em diversas atividades ao longo do ano e, durante a implementação do *design*, isso não se alterou. Sendo assim, no início da implementação foi necessária uma flexibilização no cronograma do projeto a fim de não comprometer o tempo destinado às demais atividades do grupo. Podemos pensar que um projeto desta envergadura abarca grandes desafios e exigências de estudo, reflexão, colaboração e *feedbacks*.

Portanto, há a necessidade de mais espaços e tempos para as atividades propostas e, também, para a consolidação das aprendizagens entre cada atividade de cada etapa. Por isso, a sugestão seria aumentar o intervalo de reuniões entre as atividades de cada etapa, considerando a necessidade específica do contexto de implementação.

Ainda, pensando nas novas tendências tecnológicas e nas demandas da sociedade atual, abrem-se possibilidades de produção de materiais de DC e CI digitais que podem ser incorporadas como sugestões para novos ciclos de *design*. As novas mídias e redes sociais demandam outras formas de produção e linguagem dos materiais, para além de textos.

Dessa forma, sugerimos a possibilidade de estudos adicionais sobre esses novos formatos e como transformar os textos de DC e CI produzidos em materiais que abarquem as novas tecnologias digitais. Essa sugestão permite pensar em maneiras diferentes de fomentar o contato com o público externo e em novas formas de interações dialógicas entre universidade e sociedade.

Por fim, a última melhoria se dá em função das percepções dos petianos. Como observamos, a última categoria “consciência ética e sociopolítica” aparece em uma frequência menor quando comparada às outras categorias de análise. Essas

percepções de responsabilidade social universitária e comprometimento indicam grandes avanços em relação à interação dialógica característica da extensão, como discutido.

Assim, poderíamos pensar na introdução de momentos no *design* para gerar esse tipo de discussão junto aos petianos e intensificar ainda mais percepções desse tipo. A sugestão seria, portanto, momentos com leituras de textos de fundamentação e rodas de conversas sobre o assunto, com a finalidade de suscitar de forma mais ampla e consistente nos petianos o desenvolvimento de uma consciência crítica e política acerca de suas ações e dos produtos finais.

Por fim, pensando em processos otimizados poderíamos sintetizar os seguintes aspectos de otimização para uma possível segunda implementação do *design*: I) aumento do tempo e do intervalo entre cada uma das atividades, considerando suas complexidades e exigências e contexto de implementação; II) atividades *extras* para transformação dos textos em materiais digitais, considerando as novas mídias e redes sociais; III) momentos para discussão e reflexão sobre aspectos éticos e sociopolíticos que envolvem as ações e produtos finais do projeto.

Com base nos resultados, se abrem algumas perspectivas futuras e desdobramentos desta pesquisa.

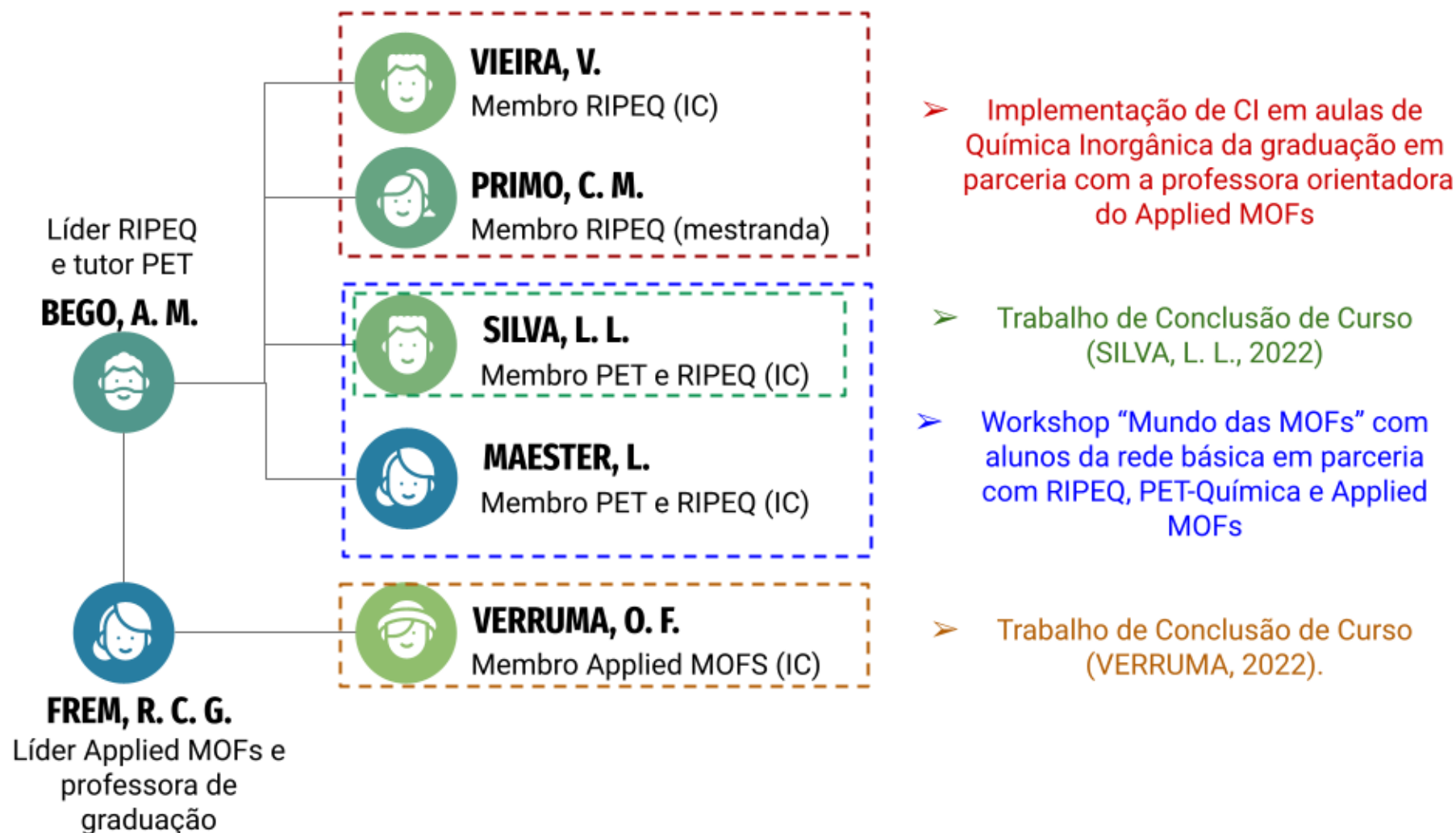


Figura 34. Desdobramentos e perspectivas futuras da presente pesquisa.
Fonte: elaboração própria.

Como mostra a Figura 34, os dois alunos de graduação, integrantes da equipe, desenvolveram TCC no curso de licenciatura em Química, envolvendo a proposição de TDC e CI sobre a mesma pesquisa, o que já indica alguns primeiros desdobramentos do *design*. Com isso, destacamos também que o *design* foi potencial no sentido de formação não somente para os petianos, mas também para a própria equipe de trabalho, propiciando e gerando a produção de conhecimentos acadêmicos sobre o assunto.

Tendo em vista as qualidades dos textos elaborados durante o projeto e as limitações encontradas em função do contexto pandêmico no período da pesquisa, abriram-se perspectivas para a utilização desses materiais produzidos, em uma perspectiva de contato direto e presencial com os públicos-alvo.

No ensino de graduação, este trabalho apresentou um primeiro desdobramento que vale a pena mencionar. Em parceria com outro membro da RIPEQ e com a professora orientadora do *Applied MOFs*, realizamos uma intervenção em aulas de Química Inorgânica para utilização de um dos CI produzidos. O objetivo da investigação foi a motivação dos estudantes a partir das atividades investigativas propostas com a utilização do CI. O espaço foi cedido pela professora da disciplina, que participou do projeto. Ao todo, foram três semanas de implementação do CI no formato interrompido e a coleta de dados se deu por meio de filmagens e de questionários de motivação aplicados ao longo da intervenção. Os primeiros resultados dessa experiência deram subsídio para a apresentação de um trabalho no formato painel na 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química.

Além dessa pesquisa em andamento, destacamos outros projetos da RIPEQ que envolvem o contato presencial e direto com os petianos e outros setores da sociedade, especialmente, com escolas da rede básica de Araraquara. Esse projeto em andamento está sendo desenvolvido por um dos membros da equipe e outros novos alunos de IC da RIPEQ e outros pesquisadores do *Applied MOFs*. De forma geral, o projeto propõe o uso dos TDC e outras formas de divulgação científica no que diz respeito à temática de MOFs e as pesquisas que são desenvolvidas no IQCAr. A intenção desse desdobramento é produzir e investigar os impactos em estudantes do ensino médio a partir da implementação de uma proposta de um *design* extensionista em suas percepções sobre a universidade pública, em suas visões sobre o empreendimento científico e os cientistas, e em suas motivações sobre a ciência química e para a carreira científica.

Como podemos observar, a presente pesquisa desempenhou um papel no sentido de disparar ações e investigações que permeiam a temática da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Além disso, podemos dizer que a valiosa parceria entre os três grupos foi importante e apresentou capilaridade no que diz respeito aos desdobramentos que vieram posteriormente.

Por fim, as investigações nos dão condições de pensar em possibilidades futuros de re-iniciar os ciclos do *design* aprimorados, em uma perspectiva iterativa da DBR, para elaboração de materiais de DC e de ensino inspirados em produções científicas de outros grupos de pesquisa da instituição.

Em uma perspectiva mais ampla, destacamos as potencialidades de a experiência vivida e investigada neste trabalho ser utilizada em outros contextos, por exemplo, em outros grupos PET e com outras pesquisas de universidades distintas, considerando a envergadura e capilaridade nacional do programa. Os resultados gerados neste *design* e os materiais de apoio (apêndices) podem gerar subsídios para a otimização dos processos e adaptação para diferentes contextos.

CAPÍTULO 7: CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho situa-se em contribuir com as discussões sobre práticas universitárias pautadas no princípio da indissociabilidade. Nesse sentido, o desenho de pesquisa baseado em *design* permitiu o planejamento e implementação de um projeto pensado no contexto específico do grupo PET pautado na elaboração de Textos de Divulgação Científica e Casos Investigativos sobre uma pesquisa científica de um grupo de pesquisa específico. Além disso, possibilitou a investigação sobre as formas como foram concebidas as dimensões de ensino, de pesquisa e de extensão e a forma como as três dimensões se integraram diante da relação processo e produto do *design*.

Trabalhar em uma perspectiva de pesquisa baseada em *design* nos permitiu realizar um movimento que se iniciou na definição dos problemas práticos e em uma ampla revisão de literatura para compreender possíveis caminhos para orientar a solução desses problemas. Isso fundamentou a nossa proposição de princípios de *design* que nortearam a proposição do projeto citado. Posteriormente, o processo de implementação do projeto no PET gerou ao todo oito textos, os quais as qualidades foram analisadas a partir de instrumentos e pressupostos da literatura especializada. Investigou-se também as percepções dos petianos acerca do processo vivenciado durante a implementação do *design*.

A partir das percepções dos petianos levantadas por meio de Grupos Focais, identificamos alguns aspectos que foram desenvolvidos em relação ao processo do *design*, os quais podemos citar: I) envolvimento dos petianos com o processo científico; II) percepção de experiência formativa ampla e significativa; III) aspectos de gerenciamento do *design*; IV) desenvolvimento de uma consciência ética e sociopolítica.

Em um segundo momento, com a análise dos produtos finais, avaliamos que os textos elaborados pelos petianos, quatro TDC e quatro CI, apresentam características e elementos necessários para cumprirem adequadamente as funções extensionistas e de ensino, respectivamente.

Essas duas análises nos deram condições de compreender a forma como foram concebidos os elementos de pesquisa, de extensão e de ensino. Posteriormente, as conexões entre processo e produto e os princípios de *design* nos

indicaram alguns principais achados da pesquisa em relação ao princípio da indissociabilidade.

Assim, podemos constatar que a implementação de um *design* pautado na elaboração de TDC e CI inspirados em uma pesquisa científica implica em uma interface entre ensino, pesquisa e extensão à medida em que desenvolvemos uma cultura de colaboração entre diferentes atores universitários que busca superar uma cultura dissociativa habitual nas universidades.

Para isso, as dimensões de ensino, de pesquisa e de extensão foram concebidos de forma articulada no projeto como um todo, orientados e fundamentados teórica e metodologicamente em cada uma das dimensões. Consequentemente, isso agrega processos formativos amplos e significativos ao *design*, que apresenta uma dinâmica gradual e integrativa.

Nessa perspectiva, ressaltamos também os materiais de apoio que foram produzidos para a implementação do *design*. As análises sobre os aspectos de gerenciamento do *design* nos deram indícios de que tais materiais, apresentados nos apêndices, foram fundamentais para subsidiar e garantir a qualidade na execução das atividades, de acordo com as percepções dos petianos.

Ao retomar os problemas iniciais que serviram como motivação e os principais achados deste trabalho, podemos perceber que a implementação e investigação do *design* contribui para a temática geral no sentido de propor novos caminhos para se pensar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão em práticas universitárias.

Esse caminho parte de uma pesquisa científica desenvolvida por um grupo de pesquisadores de uma universidade pública brasileira que, apesar de possuir relevância na área, normalmente tem pouca ou quase nenhuma visibilidade na comunidade não acadêmica e, tampouco, é conhecida pelos alunos de graduação da própria universidade.

A elaboração de TDC qualificados sobre essa pesquisa possibilita sua divulgação em uma perspectiva extensionista de interação dialógica com um público amplo leigo da sociedade. Além de trabalhar os conceitos químicos envolvidos e os avanços gerados pela pesquisa, nos TDC são tratados aspectos sociocientíficos e apelos de valorização do campo. Logo, podemos pensar em formas de divulgar e promover o reconhecimento e valorização do trabalho científico ao público externo com acessibilidade e democratização do conhecimento científico.

Ainda na perspectiva da DC, podemos destacar o caráter formativo do processo no que diz respeito à formação de futuros profissionais com habilidades para divulgar a ciência e, de forma geral, com consciência sociopolítica no que diz respeito à responsabilidade social universitária para/com a sociedade. Além de materiais adequados, refletimos sobre a preparação de futuros químicos mais qualificados para um contato efetivamente dialógico com a comunidade, para além de iniciativas espontaneístas.

Já a elaboração de CI pautados nos TDC sobre a pesquisa científica possibilita um retorno ao ensino de graduação, com a proposição de materiais potencialmente didáticos que podem ser introduzidos ao contexto de aulas de Química Inorgânica. A estratégia possibilita que os conceitos químicos sejam trabalhados de forma alternativa ao modelo tradicional, com o protagonismo do estudante e com base na resolução de problemas. Dessa forma, podemos pensar em um ensino mais articulado com os novos conhecimentos gerados por pesquisas e mais conectado com as novas demandas e anseios da sociedade atual.

Ainda na dimensão do ensino, em articulação com a pesquisa e a extensão, destacamos que o *design* possibilitou uma outra forma de os graduandos aprenderem, revisarem e se aprofundarem em tópicos da química de forma significativa e distinta do que estão habituados em aulas de graduação.

Vale mencionar que os aprendizados não se restringem em tópicos da Química, mas também conteúdos distintos, os quais não seriam possíveis apenas nas disciplinas da estrutura curricular da graduação, por exemplo, as aprendizagens sobre DC, CI, Química Forense, luminescência aplicada, entre outros. Ainda, destacamos outros aspectos propiciados que vão ao encontro de algumas diretrizes do PET, como trabalho em equipe colaborativo, desenvolvimento da leitura e escrita e criatividade, por exemplo. Há, ainda, como destacado, o desenvolvimento de diversos conhecimentos e habilidades relacionados à utilização das TICs como ferramenta para o desenvolvimento intelectual e profissional dos petianos.

Vale mencionar que as contribuições deste trabalho para a temática vão para além da disponibilização de materiais extensionistas e de ensino qualificados para tais finalidades. Trabalhar em uma perspectiva da DBR também gerou resultados que implicam no gerenciamento do *design*, ou seja, em como propor e estruturar atividades otimizadas que potencializam a elaboração desses materiais e a integração entre ensino, pesquisa e extensão.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. C. A. R. **O termo inovação no ensino de ciências**: uma revisão sistemática da literatura brasileira. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista (Unesp). Araraquara, 107f. 2022.
- 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.
- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. In: ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. (Orgs.) **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville: Editora Univille, 2015, p. 68-100.
- ANDERSON, T., SHATTUCK, J. Design-Based Research: a decade of progress in education research?. **Educational Researcher**, v. 41, n. 1, p. 16 - 25, 2012.
- ARROYOS, G., FREM, R. C. G. Luminescent spherical particles of lanthanide-based infinite coordination polymers with tailorable sizes. **CrystEngComm**, v. 22, p. 2439 - 2446, 2020.
- BANNAN-RITLAND, B. The role of design in research: The integrative learning design framework. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 21 –24, 2003.
- BARBOUR, R. **Grupos Focais**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- BEGO, A. M. Mea Culpa. *Jornal da Ciência (JC)*, artigo 28, mai. 2020. Disponível em: <http://jcnoticias.jornaldaciencia.org.br/28-mea-culpa/?fbclid=IwAR3qhjn07bhrQwL4e3GxoktSW01i5sS0HPva54a6dUkORrMlih7FmQKV3cg>. Acesso em 10 mar. 2021.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25 - 40, 2011.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 12 jul. 2023.
- BROWN, A. L.. Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 2, n. 2, 141 – 178, 1992.
- BUENO, W. C. Jornalismo científico: conceito e funções. **Ciência e Cultura**, v. 37, n. 9, p. 1420 - 1427, 1985.
- _____. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, n. esp., p. 1 - 10, 2010.

CABRAL, P. F. O., SOUZA, N. S., QUEIROZ, S. L. Casos investigativos para a promoção da CSCL no ensino superior de Química. **Química Nova**, v. 40, n. 9, p. 1121-1129, 2017.

CARDOSO, A. P. O. **A Receptividade à Mudança e à Inovação Pedagógica: o professor e o contexto escolar**. Porto: Edições Asa, 2003. 128p.

CARIBÉ, R. C. V. Comunicação científica: reflexões sobre o conceito. **Informação & Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 89 - 104, 2015.

CARIBÉ, R. C. V. **Comunicação científica para o público leigo no Brasil**. Orientadora: Suzana Pinheiro Machado Mueller. 2011. 319f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação). Faculdade de Ciência da Informação, UNB, Brasília, 2011.

CHRISTENSEN, K; WEST, R. E. The Development of Design-Based Research. *In*: WEST, R. E. (Orgs.). **Foundations of Learning and Instructional Design Technology**. Disponível em: https://edtechbooks.org/lidtfoundations/development_of_design-based_research. Acesso em 23 mar. 2021.

Collins, A. (1990). **Toward a Design Science of Education**. Technical Report No. 1.

CUNHA, M. I. A indissociabilidade do ensino com a pesquisa e a extensão como referente da qualidade na universidade brasileira: um discurso em tensão. *In*: CUNHA, M. I. (Org.). **Qualidade da graduação: a relação entre ensino, pesquisa e extensão e o desenvolvimento profissional docente**. Araraquara: Junqueira&Marin, 2012. cap. 1, p. 17 - 38.

DALCIN, L., AUGUSTI, R. B. O princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão como paradigma de uma universidade socialmente referenciada. **Elo: diálogos em extensão**, v. 5, n. 3, p. 38 - 49, 2016.

DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-Based Research: An Emerging Paradigm for educational Inquiry. **Educational Researcher**, v. 32, n. 1, p. 5 - 8, 2003.

DE PAULA, J. A. A extensão universitária: história, conceitos e propostas. **Interfaces - Revista de Extensão**, v. 1, n. 1, p. 05 - 23, 2013.

FÁVERO, M. L. A. **Universidade do Brasil: das origens à construção**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2010. 200p.

FERREIRA, M.; LOGUERCIO, R. Q. Enunciados em propostas de ensino-pesquisa-extensão em cursos de Física a distância: para além dos conteúdos, os discursos. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, n. 2253, p. 1 - 33, 2017.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Artigos da revista Ciência Hoje como recurso didático no ensino de química. **Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 354 - 360, 2011.
FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Características discursivas de artigos de divulgação científica relacionados à química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p. 21 - 42, 2012a.

FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 3 - 31, 2012b.

FORPROEX. **Política Nacional de Extensão Universitária**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2012.

FREITAS FILHO, J. R., ÂNGELO, J. H. B., BEZERRA, J. D. C., LIRA, C. S., ANDRADA, S. A., SILVA, I. M., FILHO, J. S. S. Laboratório ambulante de Química: instrumento de extensão universitária. **Rev. Ciência em Extensão**, v. 8, n. 1, p. 82 - 97, 2012.

GALAÇO, A. R. B. S., LIMA, J. F., SERRA, O. A. Os lantanídeos nas redes metalorgânicas: uma nova classe de materiais porosos. **Química Nova**, v. 41, n. 6, p. 678 - 690, 2018.

GASCOIGNE, T. SCHIELE, B. Introduction: a global trend an emerging field, a multiplicity of understandings: science communication in 39 countries. In: GASCOIGNE, T., SCHIELE, B., LEACH, J., RIEDLINGER, M., LEWESTEIN, B. V., MASSARANI, L. BROKS, P. (org.). **Communication Science: a global perspective**. Austrália: ANU PRESS, 2020, 959 p.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 198 p.

GONÇALVES, N. G. Indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão: um princípio necessário. **Perspectiva**, v. 33, n. 3, p. 1229 - 1256, 2015.

HERREID, C. F. Case Studies in Science: A Novel Method of Science Education. **Journal of College Science Teaching**, v. 23, n. 4, p. 221-229, 1994.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n.3, p.163 - 169, 1998.

HERREID, C. F. Putting words in their mouth: writing dialogue for case studies. **Journal of College Science Teaching**, v. 47, n. 4, p. 50 - 55, 2018.

HERREID, C. F. The chef returns: a recipe for writing great case studies. **Journal of College Science Teaching**, v. 48, n. 3, p. 38 - 42, 2019.

HERREID, C. F. Twixt fact and fiction: a case writer's dilemma. **Journal of College Science Teaching**, v. 31, n. 7, p. 428 - 430, 2002.

HERREID, C. F.; PRUD'HOMME-GÉNÉREUX, A.; SCHILLER, N. A; HERREID, K. F.; WRIGHT, C. W. What Makes A Good Case, Revisited: The Survey Monkey Tells All. **Journal of College Science Teaching**, vol. 46, n. 1, p. 60 - 65, 2012.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.22, n.2, p.1-16, 2017.

LIEVROUW, L. A.; CARLEY, K. Changing patterns of communication among scientists in a era of "telescience". **Technology in Society**, v. 12, p. 457 - 477, 1990.

LIEVROUW, L. A. Communication and the social representation of scientific knowledge. **Critical Studies in Mass Communication**, v. 7, n. 1, p. 1 - 10, 1990.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 136, p. 95 - 101, 2012.

LIMA, G. S.; GIORDAN, M. Características do discurso de Divulgação Científica: implicações da dialogia em uma interação assíncrona. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 83 - 95, 2017.

LUZ, L. L., MILANI, R., FELIX, J. F., RIBEIRO, I. R. B., TALHAVINI, M., NETO, B. A. D., CHOJNACKI, J., RODRIGUES, M. O., JÚNIOR, S. A. Inkjet Printing of Lanthanide–Organic Frameworks for Anti-Counterfeiting Applications. **Applied Materials&Interfaces**, v. 7, p. 27115 – 27123, 2015.

MASETO, T. M. **Competência pedagógica do professor universitário**. 2 ed. São Paulo: Summus, 2012. 208 p.

MASSARANI, L. MOREIRA, I. C. Brazil: history, significant breakthroughs and present challenges in science communication. In: GASCOIGNE, T., SCHIELE, B., LEACH, J., RIEDLINGER, M., LEWESTEIN, B. V., MASSARANI, L. BROKS, P. (Orgs.). **Communication Science: a global perspective**. Austrália: ANU PRESS, 2020, 959 p.

MAZZILI, S. Ensino, pesquisa e extensão: reconfiguração da universidade brasileira em tempos de redemocratização do Estado. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 27, n. 2, p. 205 - 221, 2011.

MAZZILLI, S; MACIEL, A. S. A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão: caminhos de um princípio constitucional. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 33., 2010. Caxambú. **Anais...** Caxambú, MG: Anped, 2010. Acesso em: 06 jan. 2022.

MEC. **Programa de Educação Tutorial: Manual de Orientações Básicas**. Brasília, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=338-manualorientabasicas&category_slug=pet-programa-de-educacao-tutorial&Itemid=30192. Acesso em: 25 jul. 2023.

MEC. **Plano Nacional da Educação**. Brasília, 2014. Disponível em: <https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em: 25 jul. 2023.

MERLIM, R. S., SILVA, F. R., SARAIVA, V. S. M., CRUZ, R. M. V. S., CALDAS, R. L., MACHADO, C. B. H., GARCIA, V. N. Estudo de Caso no ensino de gases ideais: aplicação de minicurso para professores da rede municipal. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 4, p. 149 - 168, 2020.

MESSINA, G. Mudança e inovação educacional: notas para reflexão. **Cadernos de pesquisa**, n. 114, p. 225 - 233, 2001.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino**: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986. 127p.

MOITA, F. M. G. S. C., ANDRADE, F. C. B. Ensino-pesquisa-extensão: um exercício de indissociabilidade na pós-graduação. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, n. 41, p. 269 - 393, 2009.

NASCIMENTO, T. G.; REZENDE JUNIOR, M. F. A Produção sobre Divulgação Científica na Área de Educação em Ciências: Referenciais Teóricos e Principais Temáticas. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 15, n. 1, p. 97 - 120, 2010.

National Center for Case Study Teaching in Science (NCCSTS). **Case Types & Methods**. Disponível em: <https://sciencecases.lib.buffalo.edu/nsta/>. Acesso em 20 abr. 2021.

NUNES, R. C.; QUEIRÓS, W. P. Um panorama das pesquisas sobre divulgação científica em periódicos na área de ensino. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**. v.11, n. 4, p. 333 - 347, 2020.

PESSANHA, M. A prática baseada em design: um modelo de ação reflexiva na formação de professores de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, XI ENPEC, 2017, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017, p. 1 - 13.

PETTINARI, C., MARCHETTI, F., MOSCA, N., TOSI, G. DROZDOV, A. Application of Metal-Organic Framework. **Polym Int**, n. 66, p. 731 - 744, 2017.

PLOMP, T. Educational design research: an introduction. In: PLOMP, T.; NIEVEEN, N. (Eds.), **An introduction to educational Design Research**. Enschede: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development. p. 9 - 35, 2009.

PUHL, M. J. O conhecimento e o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. **Revista HISTEDBR**, n. 69, p. 222 - 232, 2016.

QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P. Argumentação no ensino superior de Química: investigando uma atividade fundamentada em Estudos de Casos. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extra, p. 1 - 5, 2005.

QUEIROZ, S. L.; FERREIRA, L. N. A.; IMASATO, H. Textos de divulgação científica no ensino superior de química: aplicação em uma disciplina de Química Estrutural. **Educación Química**, v. 23, n. 1, p. 49 -54, 2012.

Reeves, T. C. Design research from a technology perspective. In: AKKER, J. V. D., GRAVEMEIJER, K., MCKENNEY, S., NIEVEEN, N. (Eds.). **Educational design research**. London: Routledge, 2006, p. 52 - 66.

RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. D. A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, SP: ABRAPEC, 2005.

RIBEIRO, R. C.; MAGALHÃES, A. M. Política de responsabilidade social na universidade: conceitos e desafios. **Educação, Sociedade & Culturas**, n. 42, p. 133 - 156, 2014.

ROBIN, A. Y., FROMM, K. M. Coordination polymer networks with O- and N-donors: What they are, why and how they are made. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 5, n. 250, p. 2127 - 2157, 2006.

ROCHA, M. B. Contribuições dos textos de divulgação científica para o ensino de Ciências na perspectiva dos professores. **Acta Scientiae**, v. 14, n. 1, p. 132 - 150, 2012.

ROCHA, J. S., VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, XVIII ENEQ, 2017, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016, p. 1 - 10.

ROMÃO, K. H. O.; JÚNIOR, C. A. S. Instagram como ferramenta na divulgação científica e extensão universitária. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 3, p. 10679 - 10691, 2022.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química. **Educação Química**, v. 24, n. 2, 2013.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. 2. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.

SANTARELLI, I. S.; VENTURI, G.; PEREIRA, C. D., NAIDEK, K. P., OLIVEIRA, B. R. M. Cientifi-cidade: estimulando a divulgação científica por meio da extensão universitária. **Química nova na escola**, v. 43, n. 3, p. 244 - 253, 2020.

SANTOS, M. P. Extensão Universitária: espaço de aprendizagem profissional e suas relações com o ensino e a pesquisa na educação superior. **Revista Conexão UEPG**, v. 8, n. 2, p. 154 - 163, 2012.

SELBACH, A. L.; DANIEL, D. P.; RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G. O método de Estudos de Caso na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química: uma revisão bibliográfica. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 1, p. 38 - 50, 2021.

SILVA, L. L. **A elaboração de um Texto de Divulgação Científica sobre Metal Organic Frameworks para o ensino de química**. Orientador: Amadeu Moura Bego. 2022. 94f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2022.

SILVA, H. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 155 - 179, 2005.

SLEUTJES, M. H. S. C. Refletindo sobre os três pilares de sustentação das universidades: ensino-pesquisa-extensão. **Revista de Administração Pública**, v. 33, n. 3, p. 99 - 101, 1999.

SOTERIO, C., QUEIROZ, S. L. Estratégias de escrita para abordagem da comunicação pública da Ciência na educação em Química. **Química Nova**, v. 43, n. 8, p. 1163 - 1171, 2020.

SOUZA, J. R., SANTOS, L. M. Metodologias ativas na educação superior: um estudo da prática docente no ensino de química. **REnCiMa**, v. 2, n. 5, 2021.

TAUCHEN, G. **O princípio da indissociabilidade universitária**: um olhar transdisciplinar nas atividades de ensino, de pesquisa e de extensão. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

TAUCHEN, G., FÁVERO, A. O princípio da indissociabilidade universitária: dificuldades e possibilidades de articulação. **Linhas Críticas**, v. 17, n. 33, p. 403 - 419, 2011.

UNESP. Reitoria. Resolução nº 75 de 18-11-2020. Dispõe sobre o Regimento Geral da Extensão Universitária e Cultura na Unesp. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. Poder Executivo, São Paulo, p. 49, 19 nov. 2020. Disponível em: <https://www.rosana.unesp.br/Home/administracao/secaotecnicadeapoioacademico/resolucao-75-2020---extensao-universitaria.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2023.

UNESP. Reitoria. Resolução nº 41 de 31-08-2021. Dispõe sobre a curricularização da Extensão Universitária nos cursos de graduação da UNESP. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. Poder Executivo, São Paulo, p. 58, 01 set. 2021. Disponível em: <https://sistemas.unesp.br/legislacao-web/?base=R&numero=41&ano=2021&dataDocumento=31/08/2021>. Acesso em: 20 jul. 2023.

UNESP, Pró-Reitoria de Extensão Universitária. **Manual Dinâmico para Elaboração de Proposta de Projeto de Extensão Universitária e Iniciação à Extensão Universitária**. São Paulo: PROEX – Unesp, 2018. Disponível em: <https://www2.unesp.br/portal#!/proex/apresentacao13159/legislacao-e-normas/>. Acesso em 15 jan. 2022.

UNESP. Projeto Político Pedagógico dos cursos de bacharelado em química e bacharelado em química tecnológica. Araraquara, 2022. Disponível em: https://www.iq.unesp.br/Home/graduacao/bachareladoemquimica/ppp_-bq-bqt-2023-vigente.pdf. Acesso em 31 jul. 2023.

VERRUMA, O. F. **Metal-Organic Frameworks contra crimes: vamos combater a falsificação? : proposta de um caso investigativo para ensino de redes matalorgânicas no ensino superior de Química**. Orientadora: Regina Frem. 2022. 104f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2022.

WENDEL, J. S., BEHM, M. B. Uma prática de ensino orientada para a elaboração de estudos de caso na formação inicial de professores de química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 7, n. 1, p. 222-235, 2021.

YADAV, A.; LUNDEBERG, M.; DESCHRYVER, M.; DIRKIN, K.; SCHILLER, N. A.; MAIER, K.; HERREID, C. F. Teaching science with case studies: a national survey of

faculty perceptions of the benefits and challenges of using cases. **Journal of College Science Teaching**, v. 37, n. 1, p. 34 - 38, 2007.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica**: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica. Campinas: Autores Associados, 2001.

APÊNDICE A - Instrumento de análise de TDC elaborado com base em Kawamura e Ribeiro (2005)

Instrumento de Análise de TDC		
TDC/Revista:		
Grupo:		
Conteúdo		No TDC que vocês têm em mãos, identifiquem os elementos e as características a seguir que conseguir encontrar com relação ao conteúdo . Exemplifique, se possível, com trechos demonstrativos (pode colar a imagem do trecho correspondente).
Temática	Quais as questões científicas tratadas no TDC?	
	Qual é o enfoque dado ao tema escolhido para tratar as questões científicas?	
	Quais os conhecimentos tácitos necessários (pré-requisitos) para a compreensão desse tema no TDC?	
Procedimentos internos da Ciência	O TDC apresenta informações referentes aos procedimentos internos da ciência? (Tais como a elaboração e adequação de modelos, as formas pelas quais são feitas as tomadas de dados e de que modo estas interferem nos resultados obtidos, o papel da experimentação na ciência, os processos de análise de dados e interpretação dos resultados)	
Funcionamento Institucional da Ciência	O TDC apresenta aspectos sobre o funcionamento institucional da ciência? (Tais como as controvérsias científicas, a diversidade de idéias, a necessidade de debate público sobre descobertas ou aplicações tecnológicas e as relações entre os processos da ciência e seus produtos)	
Abordagens e Contexto	Qual é a abordagem utilizada neste TDC, isto é, quais são as relações entre os diferentes domínios do conhecimento, assim como aos impactos sociais do desenvolvimento tecnológico, às implicações econômicas e	

	políticas dos resultados das pesquisas etc.? Como o fato noticiado encontra-se inserido em um contexto social, político e econômico?	
--	--	--

Forma		No TDC que vocês têm em mãos, identifiquem os elementos e as características a seguir que conseguir encontrar com relação à forma . Exemplifique, se possível, com trechos demonstrativos (pode colar a imagem do trecho correspondente).
Estrutura	Como o texto é construído? Como as informações estão encadeadas e distribuídas nos textos dos diferentes veículos analisados (de maneira fragmentada ou integrada)?	
Linguagens	Há clareza no texto (linguagem mais acessível ou uso de terminologia científica)? Qual é a forma com a qual o autor faz uso de termos e conceitos científicos, e também como os explica (definição por conceituação, uso de apostos, parênteses, boxes explicativos)?	
	Há o uso de contextualização, metáforas e analogias? Há interlocução direta com o leitor?	
Recursos visuais e textuais	Como é a distribuição espacial das informações? (recursos visuais, tais como ilustrações e fotografias e recursos textuais, tais como os boxes, as notas de margens, divisão de subtítulos, as pequenas inserções de textos no texto principal etc.)	

APÊNDICE B - ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DE TDC

DECODIFICAÇÃO TEXTUAL	
Conceitos fundamentais do texto base <i>Liste <u>todos</u> os conceitos e técnicas envolvidos no(s) texto(s)-base</i>	
Seleção dos conceitos <i>De todos os conceitos e técnicas listados acima, selecione aqueles que serão abordados no seu TDC.</i> <i>Lembre-se que os conceitos escolhidos devem estar bem articulados em uma sequência lógica e deve-se escolher somente os que vocês julgarem fundamentais para o entendimento do texto: a ideia não é esgotar a temática!</i>	

PRODUÇÃO DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	
ESTRUTURAÇÃO DO TEXTO - CONTEÚDO	
Tema Geral <i>Qual é a ciência envolvida?</i>	
Tema específico <i>Qual será o enfoque dado ao tema geral para abordar no TDC?</i>	
Conhecimentos tácitos?	

Quais são os conhecimentos “pré-requisitos” para o entendimento do seu TDC?		
Tópicos Selecione de 3 a 5 informações que serão abordadas no TDC <i>Dica: Pensem em uma forma de “costurar” os tópicos! Busque formas de ligar os conteúdos e fazer mais sentido o seu texto!</i>	• Informação 1:	
	• Informação 2:	
	• Informação 3:	
	• Informação 4:	
	• Informação 5:	
Procedimentos internos da ciência	Explore a Ciência envolvida <i>i. Escolha da pesquisa;</i> <i>ii. Breve descrição sobre a pesquisa;</i> <i>iii. Sequência da pesquisa (Quantas etapas? Quais? Tempo demandado?)</i>	
	Condições de trabalho <i>i. Apresentar o nome do grupo de pesquisa e o Instituto responsável;</i> <i>ii. Quais e quantos pesquisadores (em média) estão envolvidos;</i> <i>iii. Equipamentos;</i> <i>iv. Investimento, parcerias realizadas (outros grupos, institutos, etc.)</i>	
	Limitações da pesquisa <i>Discutir as dificuldades/obstáculos encontrados pelos pesquisadores</i>	

Funcionamento Institucional da ciência <i>Controvérsias científicas, a diversidade de idéias, a necessidade de debate público sobre descobertas ou aplicações tecnológicas e as relações entre os processos da ciência e seus produtos</i>	
Abordagem e contexto <i>Qual será a abordagem utilizada para tratar as questões científicas? (econômica, sociocultural, histórica, ambiental, tecnológica?)</i>	
Considerações finais <i>i. Quais são as contribuições da pesquisa para a sociedade, meio ambiente, economia e/ou saúde do país/mundo?</i> <i>ii. Destacar a importância da pesquisa para o desenvolvimento da ciência</i>	

PRODUÇÃO DO TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	
ESTRUTURAÇÃO DO TEXTO - FORMA	
	<i>Lembrem-se que um TDC não apresenta uma estrutura rígida</i> • Decida se as informações serão distribuídas em uma estrutura fragmentada (quando é possível fazer leituras dos blocos de forma independentes), ou integrada (quando a leitura deve ser feita em progressão lógica) • O texto deve possuir um início, um meio e um fim (mesmo que não apresente uma estrutura rígida - introdução, metodologia, conclusão) e os conceitos devem estar interligados. • Geralmente, um TDC está focado nos resultados da pesquisa.

Estrutura	Lembre-se que a escolha do título é essencial para um TDC • O título deve ser uma frase curta e condizente com a essência do tema • Deve instigar o leitor e provocar a vontade de ler o texto <i>Sugestão:</i> Deixe para elaborar o título no final da escrita do texto e use a criatividade! Cuidado para não espantar o leitor • Evite aberturas com textos muito longos ou muito genéricos. • Evite o uso de muitas fórmulas matemáticas e muitas equações químicas (use somente quando imprescindível) • Um TDC geralmente possui, no máximo, 5-6 páginas e as informações podem estar divididas em “subtítulos” com ilustrações. É importante que o TDC tenha uma conclusão • Levante perspectivas futuras e deixe claro se a pesquisa ou estudo ainda está em desenvolvimento, • Levante questões sem respostas (lacunas do conhecimento). • Mostre os impactos da pesquisa: quais são as consequências ou influências no cotidiano do leitor, seja no meio ambiente, economia e/ou saúde do país/mundo? Não se esqueça das referências bibliográficas • Não se esqueça dos direitos autorais das figuras, imagens, tabelas, etc. (caso se aplique) • Adicione as referências ao final do texto (explorar hiperlinks).
Language m	Lembre-se que a linguagem deve ser acessível e o seu público-alvo não é especialista O texto deve ser interessante e despertar o interesse pela Ciência envolvida! • Apresente fenômenos e curiosidades que motivem a reflexão do leitor sobre o assunto; • Explique os conceitos indiretamente envolvidos, mas que são necessários para compreensão da pesquisa em espaços diferenciados (em balões, boxes de informações, etc) Ao explicar um conteúdo químico, faça o uso de procedimentos explicativos

- Uso de definição por conceituação (explicar um termo por meio de seu conceito científico)
- Uso de definição por aproximação (explicar um conceito científico de forma mais geral, não tão específica)
- Uso de simplificações
- Uso de apostos (termo adicional de explicação entre vírgulas) e parênteses
- Uso de nomeação (explicar um conceito científico utilizando o nome comum que se utiliza entre os cientistas)
- Uso de aspeamento (utilizar aspas para trazer uma ideia de “como se fosse”)
- Uso de metáforas e analogias
- Uso de comparações
- Estratégias de aproximação com a linguagem científica/química
- Apelos às questões legais, de saúde, econômicas e ambientais

A interlocução com o leitor é muito importante em um TDC!

- Lance perguntas que são importantes para a compreensão da pesquisa (perguntas-chave);
- As perguntas devem motivar a reflexão do leitor sobre o assunto
- Podem também ser utilizadas para indicar mudança de assunto.
- Responda as perguntas ao longo do texto;

Cuidado com as visões distorcidas da ciência e com os obstáculos epistemológicos!

- Evite visões distorcidas da ciência (ciência infalível, construção do conhecimento linear, sem dificuldades e debates, ciência feita por gênios isolados em seus laboratórios, cientistas como pessoas totalmente altruístas e que só querem o bem da humanidade)

Evite reforçar obstáculos epistemológicos.

Os principais são:

- Obstáculo animista: Atribuir sentimentos e intenções a objetos inanimados, existindo uma tendência em privilegiar o corpo humano e funções vitais em virtude da abstração existente no conhecimento científico

Exemplo: “Por perder um elétron é que o óxido nítrico se torna muito reativo - com fome de elétrons, digamos - e adere rapidamente a outras moléculas”

- Obstáculo verbal: Relacionam-se ao uso da linguagem científica do mesmo modo que a linguagem comum. Associação de um termo concreto para um termo abstrato. Muitos termos utilizados cientificamente não têm o mesmo significado no cotidiano.

	<u>Exemplo:</u> “A ‘metralhadora’ usada por ele lançava pequenas partículas radioativas (...)” - referindo-se ao experimento de Rutherford • <u>Obstáculo substancialista:</u> As qualidades são encaradas como atributos das substâncias, deixando-se de perceber que as substâncias químicas são inteiramente relativas umas às outras e suas propriedades são o frutos dessas relações. <u>Exemplo:</u> Associar a cor dos anéis e jóias de ouro (amarela/dourada) ao átomo de ouro e não às propriedades do sistema que fazem com que a coloração seja amarela
Recursos visuais e textuais	O uso adequado de recursos textuais e visuais são fundamentais para um bom TDC • Adicione imagens relacionadas à pesquisa • Laboratório; • Equipamentos; • Experimentos; • Processos; • Gráficos; • Tabelas. <i>Sugestão: Onde encontrar imagens com licença livre?</i> Busque bancos de dados de imagens gratuitas para fins educativos! Procure por imagens com licença Creative Commons. Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page Public health image library: https://phil.cdc.gov/ Fio cruz imagens: https://www.fiocruzimagens.fiocruz.br/ Alguns recursos textuais também podem auxiliar! • Utilize sempre que possível caixas de informações para trazer as informações complementares. O uso de glossário é uma alternativa interessante!

APÊNDICE C - Instrumento para avaliação do Texto de Divulgação Científica (TDC)

Avaliação por pares e por especialistas

Leia o TDC selecionado e dê seu parecer em relação às perguntas a seguir:

Título do TDC	
Grupo parecerista	

Recursos visuais e textuais (caso se aplique)

Critérios	Não	Parcialmente	Sim
1. A distribuição do texto e das imagens está adequada para um TDC?			
Comentários e/ou sugestões:			
2. A utilização de recursos textuais (boxes de informações, glossários, subtítulos) está adequada para um TDC?			
Comentários e/ou sugestões:			

Estrutura do texto - forma

Critérios	Não	Parcialmente	Sim
3. A forma como o TDC está estruturado desperta o interesse do leitor?			
Comentários e/ou sugestões:			
4. O título do TDC está adequado e condizente com a essência do tema, provocando o interesse do leitor?			
Comentários e/ou sugestões:			
5. O TDC possui início, meio e fim com os conceitos interligados?			
Comentários e/ou sugestões:			
6. O TDC possui, no máximo, 6 páginas e está dividido em subtítulos?			
Comentários e/ou sugestões:			
7. O TDC possui uma conclusão que apresenta as contribuições da pesquisa para a sociedade, meio ambiente, economia e/ou saúde do país/mundo e para a própria Ciência?			
Comentários e/ou sugestões:			
8. As referências bibliográficas utilizadas e os direitos autorais das imagens estão adequados?			
Comentários e/ou sugestões:			

Estrutura do texto - Conteúdo

Critérios	Não	Parcialmente	Sim
9. A escolha da(s) abordagem(ns) escolhida pelos autores do TDC está adequada ao tema geral e específico do TDC?			
Comentários e/ou sugestões:			
10. A contextualização utilizada está coerente com a(s) abordagem(ns)?			
Comentários e/ou sugestões:			
11. O TDC apresenta uma breve e adequada descrição da pesquisa divulgada?			
Comentários e/ou sugestões:			
12. O grupo de pesquisa e a Instituição envolvida, bem como seus principais resultados e contribuições, foram apresentados adequadamente?			
Comentários e/ou sugestões:			
13. A importância da pesquisa para o desenvolvimento da Ciência está clara no TDC?			
Comentários e/ou sugestões:			

Linguagem

Critérios	Não	Parcialmente	Sim
14. O TDC está de acordo com a norma culta da língua portuguesa?			
Comentários e/ou sugestões:			
15. O texto está claro e coeso?			
Comentários e/ou sugestões:			
16. A linguagem utilizada no TDC pode ser considerada acessível a um público não especialista?			
Comentários e/ou sugestões:			
17. As perguntas levantadas pelos autores motivam a reflexão do leitor e foram respondidas ao longo do texto (com exceção de perguntas retóricas)?			
Comentários e/ou sugestões:			
18. A linguagem utilizada está coerente para um TDC e não reforça obstáculos epistemológicos e visões distorcidas da ciência?			
Comentários e/ou sugestões:			

Conceitos químicos envolvidos

Critérios	Não	Parcialmente	Sim
19. Os conceitos químicos (científicos) abordados estão interligados entre si e possuem relação com a pesquisa?			
Comentários e/ou sugestões:			
20. A quantidade de conceitos químicos e técnicas abordados está adequada para um TDC?			
Comentários e/ou sugestões:			
21. Os conceitos químicos foram abordados de forma clara e objetiva?			
Comentários e/ou sugestões:			

Se julgar necessário, escreva algum comentário:

APÊNDICE D - Instrumento de Análise de Casos Investigativos (CI)

Instrumento de análise de Casos Investigativos		
Caso/autores:		
Grupo:		
Características de um “bom caso” (HERREID, 1998)		No CI que vocês têm em mãos, identifiquem os elementos e as características a seguir que conseguirem encontrar com relação à estrutura, personagens, situação-problema e conteúdo químico. Exemplifique, se possível, com trechos demonstrativos.
Estrutura	O Caso conta uma história com início, meio e fim? <i>(Lembrem-se que o fim pode não estar explícito na narrativa)</i>	
	O Caso é curto?	
Personagens	O Caso apresenta personagens centrais com descrição de seus perfis e personalidades? Quais são?	
	A narrativa instiga o leitor a criar empatia pelos personagens? Como?	
	O Caso inclui citações, dando voz aos personagens?	
	Qual a temática geral que o Caso pretende abordar?	
	A problemática é atual?	

Contextualização/ Situação-problema	O Caso instiga o interesse pela questão a qual se propõe discutir? Como?	
	O problema posto é relevante ao leitor?	
	O Caso provoca um conflito? Qual?	
	A narrativa “força” a tomada de decisão? Como?	
Conceitos e habilidades	Quais os conhecimentos específicos de química passíveis de serem abordados com o Caso?	
	O Caso apresenta utilidade pedagógica? <i>(Lembre-se: o uso do Caso deve ter um propósito, ou seja, deve ser útil para o ensino de determinado conhecimento químico presente no currículo)</i>	
	Além dos conhecimentos químicos, quais são as habilidades e atitudes passíveis de serem contempladas com a aplicação do Caso?	
	O Caso é generalizável? <i>(Lembre-se: a história não deve ser apenas uma curiosidade específica)</i>	

APÊNDICE E - Roteiro para elaboração de Casos Investigativos

ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO CASO INVESTIGATIVO (A ordem das etapas a seguir não é necessariamente linear. Vocês podem começar pela etapa que julgarem mais adequada, revisitando etapas anteriores sempre que necessário.)	
Seleção do tema geral a ser abordado <i>Liste o(s) assunto(s) principal(is) passíveis de serem estudados com o Caso Investigativo</i> <i>Lembre-se que o assunto escolhido deve ser relevante no contexto de uma sala de aula, relacionando com questões atuais e/ou controvérsias.</i>	
Fontes de inspiração <i>Elenque as possíveis fontes de inspiração que auxiliarão na elaboração do Caso.</i> <i>Lembre-se que um Caso pode ser produzido do “zero” ou pode ser baseado em algumas fontes de inspiração. As fontes podem ser diversificadas: artigos científicos, reportagens, TDC, filmes, programa de televisão, livros, etc.</i>	
Definição do problema <i>Selecione o(s) dilema(s) envolvido(s) no Caso e como se relaciona(m) com os conceitos específicos e a temática geral</i> <i>Lembre-se que todos os Casos devem apresentar um ou mais dilemas contextualizados na história. Para resolver, o aluno terá que estudar e investigar os conceitos científicos selecionados anteriormente para que consiga buscar uma solução para o Caso.</i>	
Seleção dos conceitos específicos <i>Liste <u>todos</u> os conceitos e/ou técnicas, envolvidos dentro da temática geral, passíveis de serem abordados no CI</i> <i>Lembre-se de articular os conceitos e selecionar os que julgar mais importantes. O Caso não precisa dar conta de esgotar a temática!</i>	

<i>Link para os programas de ensino das disciplinas dos cursos do IQ:</i> https://www.iq.unesp.br/#!/graduacao1260/programas-de-ensino/	
Seleção das habilidades e atitudes <i>Elenque <u>todas</u> as habilidades e/ou atitudes necessárias para a resolução do CI</i> <i>Lembre-se que além dos conhecimentos científicos, os CI também visam o desenvolvimento de habilidades e atitudes que normalmente não desenvolvem em aulas meramente expositivas (Explo: tomada de decisão, autoaprendizagem, comunicação oral e escrita, trabalho em equipe, integração de diferentes conhecimentos, etc)</i> <i>Link para o projeto político-pedagógico do curso de BQ e BQT:</i> https://www.iq.unesp.br/Home/graduacao/projeto-pedagogico-bq-bqt.pdf <i>Link para o projeto político-pedagógico do curso da LIC:</i> https://www.iq.unesp.br/Home/graduacao/licenciaturaemquimica/ppp-lic-2019--vigente.pdf	
Seleção dos personagens <i>Elenque <u>todos</u> os personagens que estarão envolvidos no Caso</i> <i>Lembre-se que esses personagens deverão apresentar características pertinentes à situação geral e a problemática apresentada no CI</i>	
Seleção das disciplinas <i>Elenque as disciplinas (bacharel ou licenciatura) as quais o Caso poderia ser utilizado</i> <i>Link para os programas de ensino das disciplinas dos cursos do IQ:</i> https://www.iq.unesp.br/#!/graduacao1260/programas-de-ensino/	

Seleção do formato de aplicação

Como o Caso será aplicado em sala de aula?

Lembre-se que existem uma série de possibilidades de formatos de aplicação.

<https://sciencecases.lib.buffalo.edu/collection/types.html>

Os formatos podem ser mesclados e adaptados.

CARACTERÍSTICAS DE UM BOM CASO - CHECKLIST

CARACTERÍSTICAS DE UM BOM CASO - CHECKLIST	
Estrutura	• O Caso deve contar uma história com início, meio e fim. <i>(o fim pode não estar explícito na narrativa)</i> • O Caso deve ser curto <i>(um Caso muito longo pode dispersar a atenção dos alunos leitores)</i>
Personagens	• Apresentar personagens centrais com descrição de personalidades e perfis <i>(importante que o leitor crie uma empatia pelos personagens para induzir a resolução do Caso)</i> • Incluir citações <i>(as citações atribuem mais vida e drama à história)</i> • Descrever sentimentos (raiva, angústia, preocupação, alegria, animação)
Contextualização	• A problemática abordada no Caso deve ser atual • O Caso deve instigar o interesse pela questão a qual se propôs discutir • O problema deve ser relevante ao leitor • O Caso deve provocar um conflito • A narrativa deve “forçar” a tomada de decisão
Conceitos e habilidades	• O Caso deve envolver um tema geral (conhecimentos gerais a serem abordados) e conceitos específicos da química • Deve apresentar utilidade pedagógica • Deve ser generalizável

APÊNDICE F - Instrumento de análise de Casos Investigativos

Avaliação por pares e por especialistas

Leia o CI selecionado e dê seu parecer em relação às perguntas a seguir:

Título do CI	
Grupo parecerista	

Estrutura

Critérios	Não	Parcialmente	Sim
1. A estrutura do CI está adequada? Possui início, meio e fim?			
Comentários e/ou sugestões:			
2. O tamanho do CI é adequado?			
Comentários e/ou sugestões:			

Personagens

Critérios	Não	Parcialmente	Sim
3. A escolha dos personagens foi adequada?			
Comentários e/ou sugestões:			
4. Há a descrição de perfis, personalidades e sentimentos, de forma a dar mais vida e drama à história?			
Comentários e/ou sugestões:			
5. Da forma como está escrito, o CI instiga o leitor a criar empatia com os personagens?			
Comentários e/ou sugestões:			
6. O uso de citações para dar mais voz aos personagens é adequado?			
Comentários e/ou sugestões:			

Contextualização

Critérios	Não	Parcialmente	Sim
9. A temática geral que o CI pretende abordar está adequada?			
Comentários e/ou sugestões:			
10. A problemática proposta é atual e adequada?			
Comentários e/ou sugestões:			
11. Da forma como está escrito, o CI instiga o interesse pela questão que se propõe discutir?			
Comentários e/ou sugestões:			
12. O conflito proposto pela narrativa está adequado?			
Comentários e/ou sugestões:			

13. A forma como o CI força a tomada de decisão dos leitores é adequada?			
Comentários e/ou sugestões:			

Conceitos e habilidades

CrITÉRIOS	NÃO	Parcialmente	Sim
14. A escolha do(s) conhecimento(s) geral(is) e específico(s) passível(is) de ser(em) abordado(s) apresenta coerência com os objetivos e com o possível público-alvo?			
Comentários e/ou sugestões:			
15. Considerando o contexto que será utilizado, o CI apresenta utilidade pedagógica?			
Comentários e/ou sugestões:			
16. Além dos conhecimentos geral e específicos, é possível observar a possibilidade de desenvolver habilidades e atitudes específicas?			
Comentários e/ou sugestões:			
17. O CI é generalizável?			
Comentários e/ou sugestões:			

Se julgar necessário, escreva algum comentário:

APÊNDICE G - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ELEMENTOS BÁSICOS DE CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	
Instituição	Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Química de Araraquara
Departamento	Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica
Pesquisador Responsável	Carolina Martins Primo
Supervisor/Orientador	Prof. Dr. Amadeu Moura Bego
Título do Projeto	Princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão: uma proposta de <i>design</i> para investigação das inter-relações entre Divulgação Científica, Casos Investigativos e Inovação no ensino de Química na graduação
N. do Registro na Plataforma Brasil/CEP (se houver)	49938621.1.0000.5400
Justificativa da pesquisa	Discussões sobre a efetividade da relação entre ciência, universidade e sociedade vêm ganhando destaque nos cenários nacional e internacional, sobretudo em função das diversas consequências oriundas da pandemia de Covid-19. No contexto brasileiro, destaca-se o princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão como uma maneira de potencializar diálogos transformadores entre as universidades e os demais setores da sociedade. Como consequência desse princípio constitucional, as universidades têm se deparado ao longo dos anos com o grande desafio de desenvolver efetivamente projetos pautados nesse princípio de indissociabilidade com dimensões política, educativa, científica e cultural. Com base nessa problemática, este projeto de pesquisa propõe o desenvolvimento, investigação e avaliação de ações que favoreçam e otimizem a integração entre ensino, pesquisa e extensão no âmbito interno das próprias instituições universitárias e de seus grupos de pesquisa. Para tanto, o objetivo desta proposta é desenvolver um projeto de design que visa integrar ensino, pesquisa e extensão e investigar os impactos de um ciclo de implementação nas inter-relações entre Divulgação Científica, Casos Investigativos e inovação no ensino de Graduação em Química.
Objetivo	Baseado na relevância e atualidade das discussões sobre a importância da DC no âmbito da valorização da C&T associada ao uso de CI articulados ao princípio de indissociabilidade, esta pesquisa tem como objetivo geral: desenvolver um projeto de design que visa integrar ensino, pesquisa e extensão e investigar os impactos de um ciclo de implementação nas inter-relações entre DC, CI e inovação no ensino de graduação em Química.

1. Abordagem e procedimentos de Pesquisa

Pensando no desenvolvimento de processos otimizados que visam integrar ensino, pesquisa e extensão por meio de DC, CI e Inovação no ensino da Graduação, opta-se nesta investigação pela utilização dos procedimentos estabelecidos pelo *Design-Based Research* (DBR, em português Pesquisa Baseada em *Design*). A metodologia visa a articulação entre a pesquisa educacional teórica e prática, compreendendo que o design de uma intervenção e suas características específicas como objetivos de pesquisa podem explicar, de forma robusta, as práticas inovadoras, além de fornecer princípios que podem ser utilizados por outros, sendo aplicáveis a novos contextos (DBR-COLLECTIVE, 2003). Diante disso, esta pesquisa utilizará três principais fontes de informações: sujeitos, documentos e espaços. Os sujeitos da pesquisa serão os estudantes de uma turma da graduação em Química, em que ocorrerá a implementação do CI elaborado. Os documentos utilizados serão os materiais de DC e o CI elaborados, bem como as resoluções do Caso elaboradas pelos estudantes. Por fim, os espaços serão as salas de aulas da graduação em que será implementado o

CI elaborado. Como instrumentos de coleta de dados serão utilizadas gravações do processo de implementação do CI e um roteiro de análise textual de análise das resoluções dos casos apresentados pelos estudantes.

2. Direitos dos Participantes:

Os envolvidos nesta pesquisa têm o direito de receber esclarecimentos acerca da investigação desenvolvida antes ou durante o curso deste estudo, seja com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Unesp, seja com o pesquisador responsável. Também possuem o direito de retirar o termo de consentimento em qualquer fase de desenvolvimento da pesquisa ou mesmo recusar sua participação sem qualquer penalização ou prejuízo ao seu cuidado.

3. Direito de Confidencialidade:

As informações obtidas serão analisadas e divulgadas, quando autorizadas pelos participantes, de forma a evitar sua identificação, utilizando-se para isso códigos e números, nunca seu nome e outras informações privadas, com garantia de manutenção do sigilo e da privacidade.

4. Acesso às Informações da Pesquisa:

É assegurado ao participante da pesquisa o direito de serem informados sobre os resultados parciais e finais da investigação que está participando, incluindo relatórios e publicações científicas. O que inclui o envio de cópias destes documentos quando solicitado aos pesquisadores.

5. Compromisso dos Pesquisadores:

Os pesquisadores utilizarão os dados e os materiais coletados unicamente para contemplar os objetivos propostos pela investigação, sendo vedado o uso para quaisquer outros fins.

Você está recebendo uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Carolina Martins Primo
Programa de Pós-Graduação em Química
Instituto de Química de Araraquara - Unesp
(19)99312-2141
carolina.martins@unesp.br

Após a leitura do exposto acima, acredito ter sido suficientemente informado a respeito da pesquisa intitulada como “Princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão: uma proposta de Design pautado na inter-relação entre Divulgação Científica, Casos Investigativos e Inovação no ensino de Química da graduação”. Declaro para os devidos fins que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Local e data: _____ / _____ / _____

(nome completo e assinatura do participante)

APÊNDICE H - Modelo para Transcrição audiovisual

Identificação da transcrição:	
Identificação do arquivo de áudio/vídeo:	
Tempo total do arquivo de áudio/vídeo	
Data/Local:	
Entrevistador(es):	
Entrevistado(s):	

CÓDIGOS UTILIZADOS NA TRANSCRIÇÃO	
DESCRIÇÃO	CÓDIGO
O que a pessoa diz não é audível ou não é compreensível	Adiciona-se o trecho: <i>(segmento de texto inaudível/segmento de texto incompreensível)</i>
Não se tem certeza do que a pessoa disse	Entre parênteses delimitados por pontos de interrogação: ?(XXXXXXXXXX)?
Não se entende porque há conversas cruzadas	Adiciona-se o trecho: <i>(segmento de texto incompreensível devido a conversa sobreposta/cruzada)</i>
Inicia uma conversa cruzada	Parênteses aberto [
Termina uma conversa cruzada	Parêntesis fechado]
Se acredita que a pessoa errou na palavra	A transcrição exata do que disse e entre parênteses delimitados por barras, coloca-se a proposta: Vida/(vida)/
Há uma interrupção/corte numa palavra	Travessão no final: Respod-
Colocar notas explicar interrupções	O texto em itálico e entre parênteses: <i>(xxxx)</i>
Sons não verbais	(riu-se); (suspirou-se)
Silêncio/pausas	(...)
A pessoa enfatiza o discurso	<u>sublinhado</u>
Interjeições	<u>Hmmm</u> <u>Mm</u> <u>Ah</u>

APÊNDICE I - Roteiro para Condução do Grupo Focal

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS Araraquara
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

ROTEIRO PARA REALIZAÇÃO DE GRUPO FOCAL

(Vrs01 - Carolina Martins Primo - 16 fev. 2022)

PREENCHIMENTO			
Versão	Data	Responsável	Observações
1	16.fev.2022	Carolina	—

IDENTIFICAÇÃO DO TRABALHO			
Título			
Tipo de pesquisa			Pesquisa baseada em <i>design</i>
Vínculos	Ppg	Nome/IES	Instituto de Química da UNESP Araraquara
		Nível	Mestrado
	GrPsq	Nome	
		Núcleo	
Autor			Carolina Martins Primo
Orientador			Prof. Dr. Amadeu Moura Bego

FONTE DE INFORMAÇÃO	
Modalidade	Sujeito
Tipo	Alunos do Programa de Educação Tutorial (PET-Química)

IDENTIFICAÇÃO DA ENTREVISTA		
Entrevistador	Carolina Martins Primo	
Entrevistado(a)	Nome	
	Código	
Caracterização	Nome	
	Código	
Local da Entrevista		
Equipamento utilizado		
Data/Dia da Semana		
Início/Término		

ROTEIRO PARA CONDUÇÃO DO GRUPO FOCAL

(Vrs01 - Carolina Martins Primo - 16.fev.22)

Ação	Questões	
Abertura (geral)	Sigla	Enunciado
	Q1	Como vocês descreveriam a experiência de participar das atividades, de forma geral, do grande projeto no PET?
	Q2	Vocês já conheciam as pesquisas realizadas pelo grupo Applied MOFs? Se sim, como? De alguma forma vocês acreditam que participar desse projeto do PET aproximou vocês da pesquisa que é feita no nosso próprio instituto? Isso foi importante de alguma forma pra vocês?

	Q3	Quanto aos conceitos estruturantes da pesquisa científica (MOFs), vocês já haviam estudado sobre eles na graduação? De alguma forma, o primeiro ciclo/movimento do grande projeto impactou na formação de vocês? Como? Qual a visão de vocês enquanto petianos sobre isso?
BLOCO DC		
Questão desencadeadora	Q4	Como vocês poderiam descrever a experiência de escrever um TDC? Suporte: Algum de vocês já havia escrito TDC? Acharam muito diferente de como geralmente é a escrita na universidade?
Questões de Aprofundamento	Q5	O que vocês poderiam dizer sobre o que mudou na visão de vocês acerca da divulgação científica?
	Q6	De que forma estudar e elaborar um TDC impactou na formação de vocês enquanto futuros bacharéis, professores ou engenheiros (se houver)?
	Q7	RETOMAR ETAPAS DO WORKSHOP Quais os impactos da forma como as atividades foram estruturadas para a elaboração do TDC? Na opinião de vocês, as atividades anteriores à elaboração contribuíram efetivamente para a produção do texto? Suporte: Faltou alguma etapa importante? Algum tempo deveria ser maior dedicado a determinada etapa?
	Q8	Na percepção de vocês, quais foram os principais desafios e dificuldades quanto à elaboração do TDC? As atividades realizadas contribuíram de alguma forma para a superação dessas dificuldades?
Questão de encerramento	-	Vocês teriam algo a mais para complementar?
BLOCO CI		
Questão desencadeadora	Q9	Como vocês poderiam descrever a experiência de escrever um CI?
Questões de Aprofundamento	Q10	Vocês já tinham ouvido falar sobre CI? Alguma vez algum professor da graduação já fez o uso dessa estratégia didática ou algo parecido? Questão suporte: Vocês acreditam que talvez seriam uma boa alternativa ao ensino/modelo tradicional na graduação?
	Q11	De que forma estudar e elaborar um CI impactou na formação de vocês?
	Q12	Quais os impactos da forma como as atividades foram estruturadas para a elaboração do CI? Na opinião de vocês, as atividades anteriores à elaboração contribuíram efetivamente para a produção do texto?
	Q13	Quais foram as principais dificuldades e desafios enfrentados nesse processo de elaboração dos CI? As atividades realizadas contribuíram de alguma forma para a superação dessas dificuldades?
Questão de encerramento	-	Vocês teriam algo a mais para complementar?