

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

CAMILA ARGUELLO DA SILVA

ARCO DE MAGUEREZ NO ENSINO DE QUÍMICA:
POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO TRANSFORMADORA

Niterói

2024

Ficha catalográfica automática - SDC/BCV
Gerada com informações fornecidas pelo autor

S586a Silva, Camila Arguello da
Arco de Maguerez no ensino de química : Possibilidades para
uma educação transformadora / Camila Arguello da Silva. -
2024.
130 f. : il.

Orientador: Jorge Cardoso Messeder.
Dissertação (mestrado profissional)-Universidade Federal
Fluminense, Instituto de Química, Niterói, 2024.

1. Formação de professores. 2. Metodologias Ativas. 3.
Metodologia da Problematização. 4. Arco de Maguerez. 5.
Produção intelectual. I. Messeder, Jorge Cardoso,
orientador. II. Universidade Federal Fluminense. Instituto de
Química. III. Título.

CDD - XXX

CAMILA ARGUELLO DA SILVA

**ARCO DE MAGUERZ NO ENSINO DE QUÍMICA:
POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO TRANSFORMADORA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense – Mestrado Profissional, como requisito parcial para a obtenção do **Grau de Mestre**. Área de Concentração: **Ensino de Química**.

Aprovada em 10 de dezembro de 2024.

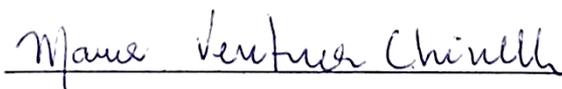
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jorge Cardoso Messeder
Orientador (UFF)



Prof. Dra. Maria das Graças Cleophas Porto
(UNILA)



Prof. Dra. Maura Ventura Chinelli
(UFF)

Niterói, RJ

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me possibilitar todos os recursos para que eu pudesse me dedicar a esta valiosa oportunidade de ampliar minha formação profissional. Sei que os aprendizados colhidos ao longo desta pesquisa enriquecerão para sempre minha trajetória como professora.

Agradeço também ao meu orientador, Professor Jorge Cardoso Messeder, pela parceria e orientação cuidadosa ao longo desses anos de pesquisa. Sou grata não apenas por ter recebido todos os direcionamentos necessários ao longo da pesquisa, mas também pelo incentivo para expandir este trabalho, que resultou inclusive na publicação de um artigo.

Agradeço aos dez participantes da oficina, que aceitaram contribuir para esta pesquisa e trouxeram valiosas contribuições que enriqueceram este trabalho. Assim como eles se desenvolveram ao longo do processo, eu também pude aprender e refletir muito com as discussões realizadas. Agradeço ainda à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do IFRJ, Campus Nilópolis, por ter permitido e incentivado a realização de nossa pesquisa durante as aulas de Química em Sala de Aula III.

Agradeço, com imenso carinho, à Professora Neusi Berbel, por gentilmente ter aceitado avaliar meu projeto de pesquisa ainda em sua fase inicial. Suas considerações contribuíram muito para o desenvolvimento deste trabalho e para minha compreensão da Metodologia da Problematização de modo geral.

Agradeço também por todo o aprendizado que adquiri no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza da UFF. Agradeço especialmente às professoras Rose Latini e Maura Chinelli, do PPECN, e à professora Maria Cleophas, que participarão da qualificação e avaliação final deste trabalho. Sei que suas considerações enriquecerão tanto esta pesquisa quanto minha formação como professora.

Por fim, agradeço pelo apoio do meu marido, Hugo, que me auxiliou imensamente durante as aplicações da oficina e na escrita deste trabalho. Seu apoio dedicado tornou meu caminho muito mais leve, permitindo-me dar o melhor de mim a esta pesquisa. Agradeço também aos meus queridos pais, Marilda e Clarkson, por terem me ensinado a valorizar a educação desde cedo. Hoje, espero honrar todo o esforço que fizeram por mim.

RESUMO

As mudanças sociais decorrentes da democratização do acesso à informação e as novas determinações das Diretrizes Curriculares Nacionais tornam cada vez mais necessário o desenvolvimento de um ensino de química relevante para a realidade do aluno. Diante disso, esta dissertação teve como objetivo analisar as potencialidades didático-pedagógicas de uma oficina sobre a Metodologia da Problematização (MP) com o Arco de Maguerez, como instrumento de formação e desenvolvimento profissional docente. Com base na pesquisa realizada, foi desenvolvido um guia pedagógico voltado a orientar a aplicação do Arco de Maguerez em aulas de química e a realização de uma oficina sobre esta metodologia para professores ou licenciandos em química. Para alcançar esses objetivos, foi elaborada e aplicada uma oficina sobre o Método do Arco de Maguerez junto à estudantes do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Nas cinco aulas da oficina, que aconteceram de modo presencial, discutiram-se aspectos teóricos e práticos de cada uma das etapas da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez. Ao final do processo, os participantes elaboraram planejamentos de aula baseados na MP com o Arco de Maguerez, que foram analisados através da técnica da Análise Textual Discursiva (ATD). Os resultados coletados demonstram que as atividades propostas ao longo da oficina, em especial a discussão de artigos e os exercícios práticos, contribuíram positivamente para a compreensão dos participantes sobre a metodologia e para sua formação docente de modo geral. Com base nas contribuições coletadas, foi desenvolvido o Produto Educacional fruto deste trabalho: o guia pedagógico “Ensino de Química com Arco de Maguerez: guia prático para uma educação transformadora” — um e-book que oferece aprofundamentos teóricos sobre o Arco de Maguerez, indicando como explorar esta metodologia ativa em aulas de química, e orienta a implementação da oficina proposta na formação inicial e/ou continuada de professores de química.

Palavras-chave: 1. Formação de professores. 2. Metodologias Ativas. 3. Metodologia da Problematização. 4. Arco de Maguerez.

ABSTRACT

The social changes resulting from the democratization of access to information and the new determinations of the National Curriculum Guidelines make it increasingly necessary to develop chemistry education that is relevant to students' realities. In this context, this dissertation aimed to analyze the didactic-pedagogical potential of a workshop on the Problematization Methodology (PM) with the Arch of Maguerez, as a tool for teacher training and professional development. Based on the research conducted, a pedagogical guide was developed to orient the application of the Arch of Maguerez in chemistry classes and the implementation of a workshop on this methodology for chemistry teachers or undergraduate students. To achieve these objectives, a workshop on the Arch of Maguerez Method was designed and applied with students from the undergraduate chemistry course at the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Rio de Janeiro (IFRJ). In the five sessions of the workshop, theoretical and practical aspects of each stage of the Problematization Methodology with the Arch of Maguerez were discussed. At the end of the process, participants prepared lesson plans based on PM with the Arch of Maguerez, which were analyzed using the Discursive Textual Analysis (DTA) technique. The collected results demonstrate that the activities proposed throughout the workshop, especially the discussion of articles and practical exercises, positively contributed to the participants' understanding of the methodology and their overall teacher training. Based on the feedback collected, the Educational Product resulting from this work was developed: the pedagogical guide “Teaching Chemistry with the Arch of Maguerez: A Practical Guide for Transformative Education” — an e-book that provides theoretical insights into the Arch of Maguerez, detailing how to apply this active methodology in chemistry lessons, and guides the implementation of the proposed workshop in the initial and/or continuing education of chemistry teachers.

Keywords: 1. Teacher training. 2. Active learning methods. 3. Problematization Methodology. 4. Arch of Maguerez.

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

ATD – Análise Textual Discursiva

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CEP-UFF – Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Fluminense

CNE – Conselho Nacional de Educação

DNC – Diretrizes Curriculares Nacionais

IFRJ – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro

MEC – Ministério da Educação

MP – Metodologia da Problematização

PBL – Problem Based Learning

PCC – Prática como Componente Curricular

PE – Produto Educacional

TBL – Team Based Learning

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TCT – Temas Contemporâneos Transversais

UFF – Universidade Federal Fluminense

UFMT – Universidade Federal do Mato Grosso

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema original proposto por Maguerez.....	28
Figura 2 - Esquema do Arco conforme Bordenave	28
Figura 3 - Esquema da MP com o Arco de Maguerez conforme Berbel.....	29
Figura 4 - Evolução das publicações ao longo do tempo, entre 2013 a 2023	47
Figura 5 - Distribuição de trabalhos por região.....	47
Figura 6 – Quadro colaborativo virtual	59
Figura 7 - Nuvem de palavras obtida na primeira aula	67
Figura 8 - Estratégias de Teorização apresentadas antes das orientações	80
Figura 9 - Estratégias de Teorização apresentadas após as orientações	80
Figura 10 - Respostas à pergunta 1	106
Figura 11 - Respostas à pergunta 2	107
Figura 12 - Capa do Produto Educacional	114
Figura 13 - Interior do Capítulo 2	116
Figura 14 - Exemplo apresentado no Capítulo 3.....	116
Figura 15 - Interior do Capítulo 4	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo sobre as principais metodologias ativas de ensino.....	24
Quadro 2 - Publicações selecionadas após a busca	39
Quadro 3 - Temas abordados em cada aula da oficina	53
Quadro 4 - Artigos para discussão.....	57
Quadro 5 - Conhecendo o Arco de Maguerz.....	62
Quadro 6 - Definindo o problema	62
Quadro 7 - Estudando o problema.....	63
Quadro 8 - Resolvendo o problema.....	63
Quadro 9 - Encerramento	64
Quadro 10 - Os participantes da oficina.....	66
Quadro 11 - Divisão dos artigos entre os participantes.....	68
Quadro 12 - Problemas apresentados pelos participantes na atividade “Nosso Arco de Maguerz” e conteúdos químicos relacionados a eles.....	74
Quadro 13 - Proposta de Eloísa.....	86
Quadro 14 - Proposta de Alice	87
Quadro 15 - Proposta de Joana.....	88
Quadro 16 - Proposta de Ísis	89
Quadro 17 - Proposta de Gabriela	90
Quadro 18 - Proposta de Caio	91
Quadro 19 - Proposta de Diana	92
Quadro 20 - Proposta de Fernanda.....	93
Quadro 21 - Proposta de Bruno.....	94
Quadro 22 - Proposta de Hiago	95
Quadro 23 - Temas e objetivos explorados pelos participantes.....	96
Quadro 24 - Estratégias propostas para Observação da Realidade	97
Quadro 25 - Estratégias adotadas na definição dos Pontos-Chave.....	99
Quadro 26 - Estratégias propostas para a Teorização.....	100
Quadro 27 - O alcance das Hipóteses de Solução exploradas.....	102
Quadro 28 - Ações de Aplicação à Realidade	104
Quadro 29 - Respostas dos participantes à pergunta “Quais dinâmicas da oficina você considerou positivas para sua aprendizagem?”	107
Quadro 30 - Respostas dos participantes à pergunta “Quais aspectos da oficina poderiam ser melhorados?”.....	108

Quadro 31 - Respostas dos participantes à pergunta “Você considera que as discussões realizadas ao longo da oficina foram enriquecedoras para a sua formação docente? Por que?”	108
Quadro 32 - Respostas dos participantes à pergunta “Por fim, você adotaria a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz na sua futura atuação enquanto professor ou professora de química? Por que?”	109
Quadro 33 - Sumário do Produto Educacional.....	115

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 BASES LEGAIS E FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA PESQUISA.....	17
2.1 ASPECTOS LEGAIS REFERENTES À PRÁTICA COMO COMPONENTE CURRICULAR E À FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA NO BRASIL	17
2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
2.2.1 O potencial das Metodologias Ativas de ensino	22
2.2.2 O Método do Arco de Maguerez e suas variações	27
2.2.2.1 <i>Primeira etapa: Observação da Realidade</i>	30
2.2.2.2 <i>Segunda etapa: Definição dos Pontos-Chave</i>	31
2.2.2.3 <i>Terceira etapa: Teorização</i>	32
2.2.2.4 <i>Quarta etapa: Hipóteses de Solução</i>	33
2.2.2.5 <i>Quinta etapa: Aplicação à Realidade</i>	34
2.2.2.6 <i>Algumas considerações acerca da MP com o Arco de Maguerez</i>	34
2.2.3 Arco de Maguerez no ensino de química: produções acadêmicas entre 2013 e 2023	36
2.2.3.1 <i>Procedimento do estudo</i>	37
2.2.3.2 <i>Resultados do levantamento</i>	38
2.2.3.2.1 <i>Trabalhos publicados em revista</i>	39
2.2.3.2.2 <i>Dissertações</i>	44
2.2.3.2.3 <i>Uma breve análise sobre o uso do método do Arco de Maguerez no ensino de química</i>	46
2.2.3.3 <i>Uma síntese do Estado do Conhecimento realizado</i>	50
3 METODOLOGIA	52
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	52
3.2 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA OFICINA.....	52
3.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1 ELABORAÇÃO DA OFICINA “ARCO DE MAGUERIZ NO ENSINO DE QUÍMICA: POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO PROBLEMATIZADORA”	55
4.1.1 As cinco aulas da oficina	56
4.2 A OFICINA EM PRÁTICA NA SALA DE AULA.....	65
4.2.1. Aula 1: Conhecendo o Arco de Maguerez	65
4.2.2 Aula 2: Definindo o problema	68
4.2.3 Aula 3: Estudando o problema	77
4.2.4 Aula 4: Resolvendo o problema	82

4.2.5 <i>Aula 5: Encerramento</i>	85
4.3 UMA BREVE ANÁLISE DOS ARCOS PRODUZIDOS PELOS PARTICIPANTES.....	95
4.3.1 <i>Pontos de conexão entre a química e a sociedade: os temas e objetivos explorados pelos participantes</i>	96
4.3.2 <i>Observar, refletir, discutir: estratégias propostas para Observação da Realidade</i>	97
4.3.3 <i>Definindo os Pontos-Chave: estratégias utilizadas</i>	99
4.3.4 <i>Explicar, pesquisar, assistir: Estratégias propostas para a Teorização</i>	100
4.3.5 <i>Rumo à transformação: O alcance das Hipóteses de Solução exploradas</i>	102
4.3.6 <i>Escolhendo o melhor caminho: Ações de Aplicação à Realidade</i>	104
4.4 RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES AO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO	106
4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DA OFICINA	111
5 PRODUTO EDUCACIONAL	114
5.1 ESTRUTURAÇÃO DO MATERIAL	115
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
ANEXO I	127
APÊNDICE I.....	128
APÊNDICE II	130

APRESENTAÇÃO

Sou Camila Arguello da Silva, professora de química formada pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Desde a graduação, pude descobrir, nas disciplinas de Química Aplicada ao Ensino Médio e, especialmente, nas atividades do projeto de Residência Pedagógica, um grande interesse pela área do Ensino de Química, na qual decidi me aprofundar. Atualmente, possuo experiência como professora regente no ensino básico, especialmente em turmas de ensino médio, e atuo também como tutora do Pré-Vestibular CECIERJ.

A minha formação inicial proporcionou-me acesso a diversos recursos e materiais lúdicos voltados a auxiliar o ensino de química. Ainda assim, percebi, após ingressar em sala de aula, que muitos desses recursos – em sua maioria experimentos e jogos – eram propostos como estratégias pontuais, a serem utilizadas em meio a uma sequência de aulas tradicionais, sem trazer uma nova perspectiva ao planejamento de ensino como um todo. Faltava um suporte que integrasse esses recursos a uma prática mais contextualizada e crítica, capaz de despertar o interesse dos estudantes e incentivar a reflexão.

Diante dessas inquietações, surgiu meu interesse em cursar o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza da UFF, com o objetivo de ampliar meu conhecimento sobre o ensino de química e entender melhor como cultivar uma prática docente mais alinhada às demandas atuais. Nesse processo, a Metodologia da Problematização com o Arco de Magueres (MP) foi escolhida em conjunto com meu orientador, Professor Dr. Jorge Cardoso Messeder, como um caminho para pensar em aulas de química mais contextualizadas, para além de experimentos demonstrativos pontuais. Como será apresentado nesta dissertação, o Arco de Magueres é uma abordagem potente para explorar problemas do cotidiano dos estudantes, engajando-os em sua resolução.

Ao longo deste trabalho, investigamos a contribuição de uma oficina sobre a MP com o Arco de Magueres para a formação inicial de professores de química. Espera-se, com isso, contribuir para a formação de professores capacitados a explorar essa metodologia em suas aulas, oferecendo-lhes uma ferramenta valiosa para conduzir aulas mais contextualizadas, capazes de motivar uma postura ativa dos estudantes na construção do conhecimento e, assim, contribuir para a transformação de sua realidade.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o avanço das novas tecnologias tem facilitado o acesso à informação de forma cada vez mais ágil, promovendo grandes transformações inclusive no âmbito educacional. Nesse cenário, onde os estudantes têm acesso a informações por inúmeras fontes, diversos autores defendem que o papel do professor deve ir além da simples transmissão de conhecimento. Afinal, a insistência em métodos tradicionais pode contribuir para o crescente desinteresse dos estudantes pela aprendizagem escolar (SANTOS; SOARES, 2011; FREIBERGER; BERBEL, 2010; SANTOS; SARMENTO, 2021).

Em vez disso, o contexto atual exige que a escola e os professores assumam o compromisso de desenvolver nos alunos habilidades que os capacitem a analisar criticamente as informações ao seu redor, favorecendo a formação de cidadãos críticos e autônomos (FREIBERGER; BERBEL, 2010). No entanto, muitos profissionais do ensino de química não tiveram acesso a uma formação que abordasse os aspectos requeridos por essas novas demandas. Em muitos casos, a formação inicial de professores de química aborda os conceitos químicos de forma isolada, sem uma conexão clara com a prática docente em sala de aula e com a realidade dos estudantes (AFONSO; MACHADO, 2020).

Nesse sentido, como promover o ensino de química de forma verdadeiramente contextualizada, para além de meras exemplificações? Como promover uma educação científica capaz de motivar os estudantes, fazendo-os reconhecer a relação da ciência com sua realidade? E, além disso, como promover aos estudantes o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para uma atuação consciente na vida em sociedade?

Diante dessas inquietações, as metodologias ativas de ensino podem se constituir enquanto ricas possibilidades para o ensino de química. Diferentemente da educação tradicional, as metodologias ativas incentivam os estudantes a participar ativamente do processo educativo, desenvolvendo habilidades como pesquisa, análise e compartilhamento de informações. A própria BNCC, como um documento oficial, recomenda a adoção de métodos de ensino que promovam maior protagonismo estudantil: “(...) mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente” (BRASIL, 2018, p. 551).

Acreditamos que o uso de uma metodologia ativa em particular, a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez, possa se constituir enquanto uma alternativa valiosa para atingir tais objetivos, sem deixar de lado o desenvolvimento da atitude crítica do educando.

Conforme será discutido ao longo desta dissertação, o Arco de Magueréz leva a uma integração profunda entre o processo educativo e o cotidiano do aluno, por meio de um intenso processo de problematização e transformação de sua realidade. Neste sentido, o Arco apresenta, além das vantagens das metodologias ativas em geral, o potencial de desenvolver o pensamento crítico e reflexivo do estudante, preparando-o para sua atuação cidadã (COLOMBO; BERBEL, 2007).

Além disso, esta metodologia se constitui como um caminho bastante adequado para a abordagem dos Temas Contemporâneos Transversais (TCT), que, com a promulgação das novas DCN e da nova BNCC, adquiriram caráter obrigatório no ensino básico (BRASIL, 2019). De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018, p. 549),

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar as potencialidades didático-pedagógicas de uma oficina sobre a Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz, como instrumento de formação e desenvolvimento profissional docente. Como objetivos específicos, buscamos 1. Elaborar e aplicar uma oficina para estudantes de Licenciatura em Química; 2. Analisar as propostas didáticas elaboradas pelos participantes ao final da oficina; 3. Investigar as percepções dos participantes sobre a oficina e suas contribuições para sua formação docente; e 4. Desenvolver um guia prático para a aplicação do Arco de Magueréz em aulas de química e para a implementação da oficina na formação de professores da área.

E por que trabalhar o ensino desta metodologia com estudantes de Licenciatura em Química? Conforme a Resolução 02/2022 do Conselho Nacional de Educação, a prática pedagógica deve ser um componente fundamental dos cursos de licenciatura, permeando as disciplinas do início ao fim do curso (BRASIL, 2002). Esta determinação configura a Prática como Componente Curricular (PCC) nos currículos de licenciatura. Contudo, autores como Marcatto e Pen-teado (2013) apontam que a PCC muitas vezes se resume a uma mera “Teorização da prática” nas disciplinas de graduação, o que empobrece a formação dos licenciandos. Assim, torna-se necessário que as disciplinas proporcionem uma aproximação concreta dos licenciandos com o contexto de sala de aula e com a prática docente.

Desta forma, a oficina que apresentamos vem ao encontro desta necessidade. Na oficina, buscamos apresentar e discutir situações reais com os licenciandos, além de propor discussões teóricas sobre o Método do Arco de Magueréz, de modo a muni-los de ferramentas capazes de

promover verdadeiras ações transformadoras em aulas de química. Afinal, não basta reconhecer que é preciso desenvolver uma educação crítica: é necessário entender como fazê-lo.

Acredita-se que o Produto Educacional resultante deste estudo – um guia pedagógico voltado para orientar o ensino do Método do Arco de Magueréz – poderá contribuir para a formação inicial e continuada de professores de química capacitados a adotar essa metodologia em suas aulas, auxiliando-os a promover um ensino de ciências que esteja alinhado à realidade dos estudantes e às recentes diretrizes da BNCC e das DCN, especialmente no que tange aos Temas Contemporâneos Transversais.

No próximo capítulo, Fundamentação Teórica, serão abordados os temas essenciais deste estudo, como a Prática como Componente Curricular na formação de professores de química; as potencialidades das metodologias ativas no ensino, em especial da MP com o Arco de Magueréz; as três concepções do Arco de Magueréz, com ênfase na concepção que fundamenta este estudo: a Metodologia da Problematização proposta pela professora Neusi Berbel; e um levantamento da literatura sobre o uso da MP com o Arco de Magueréz em aulas de química.

No Capítulo 3, é apresentada nossa metodologia de pesquisa, descrevendo o processo de aplicação da oficina e os métodos utilizados para a coleta e análise dos dados obtidos. A abordagem de pesquisa adotada neste trabalho foi a observação participante, uma modalidade de pesquisa qualitativa. Após uma ampla revisão de literatura sobre o tema, elaboramos e aplicamos uma oficina sobre a MP a estudantes de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Por meio da técnica de observação participante e da aplicação de questionários, avaliamos a contribuição da oficina para o entendimento dos participantes sobre a metodologia e para sua formação docente em geral. Com base nesses resultados, foi desenvolvido o guia pedagógico “Ensino de química com Arco de Magueréz: guia prático para uma educação transformadora”.

O Capítulo 4, por sua vez, discute os resultados obtidos ao longo da pesquisa, contemplando o relato da aplicação da oficina em sala de aula, a análise das propostas didáticas produzidas pelos participantes durante a oficina, a análise do questionário de avaliação aplicado aos participantes e algumas considerações gerais sobre a aplicação da oficina, que possam nortear futuras aplicações.

O Capítulo 5 apresenta, enfim, o Produto Educacional fruto desta pesquisa: o guia pedagógico “Ensino de química com Arco de Magueréz: guia prático para uma educação transformadora”, que apresenta os pressupostos da metodologia e discute a sua aplicação em aulas de química, além de orientar o ensino da MP por meio da oficina proposta. Neste capítulo, são

apresentados o layout do produto e os capítulos que o compõem. Nas considerações finais, enfim, retomamos os objetivos desta pesquisa, indicando possíveis caminhos para futuras investigações.

2 BASES LEGAIS E FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA PESQUISA

2.1 ASPECTOS LEGAIS REFERENTES À PRÁTICA COMO COMPONENTE CURRICULAR E À FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA NO BRASIL

A dimensão prática de formação de professores tem sido alvo de discussões ao longo de várias décadas. No Brasil, a Prática como Componente Curricular (PCC) é parte integrante dos cursos de licenciatura desde 2002, devendo representar no mínimo 400 horas da carga horária dos cursos de formação inicial (BRASIL, 2002a). No entanto, o cenário nem sempre foi de valorização desta articulação entre teoria e prática. Até a década de 1970, houve grande predomínio do modelo da racionalidade técnica, que concebia a formação específica do professor de maneira desconectada de sua formação pedagógica.

Neste período, os cursos de licenciatura no Brasil seguiam um modelo conhecido como “3+1”, segundo o qual os três primeiros anos de formação eram voltados à construção do conhecimento científico específico da área, com disciplinas comuns ao bacharelado, enquanto o último ano era reservado à formação didática (BRASIL, 1939). Neste cenário, o professor era formado como um especialista em conhecimentos científicos e pedagógicos de maneira desarticulada, sem maiores preocupações com a integração entre estes dois aspectos (SILVA; GUIMARÃES, 2019).

Na década de 1980, porém, este modelo de formação passou a ser questionado, uma vez que não garantia uma identidade própria para o curso de licenciatura, que contemplasse suas demandas e necessidades. Neste momento, novos autores começaram a mostrar a relevância de promover a reflexão sobre a prática, de maneira a articular a teoria aprendida à realidade da atuação docente. Emerge, nesse momento, a defesa por um modelo de formação pautado na racionalidade prática, ideal defendido por Donald Schön (ALARCÃO, 1996), segundo o qual as aprendizagens que resultam da experiência prática do professor são indissociáveis de sua preparação pedagógica para a vivência em sala de aula (SILVA; GUIMARÃES, 2019; NÓVOA, 2012).

Esta defesa pelo modelo da racionalidade prática ganhou cada vez mais força, até que o Conselho Nacional de Educação (CNE) instituiu, através das resoluções nº 1 e 2 de 2002¹, a Prática como Componente Curricular (PCC) como parte obrigatória do currículo das

¹ A resolução CEP/CP nº 1/2002 instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica. Já a resolução CEP/CP nº 2/2002 instituiu a carga horária dos cursos de licenciatura em nível superior.

licenciaturas. De acordo com a resolução CNE/CP nº 1/2002, a dimensão prática da formação docente deveria ser trabalhada desde o início do curso e permear toda a formação do professor, não somente o estágio supervisionado (BRASIL, 2002b). O Parecer nº 5/2015, que complementa os documentos anteriores, define a PCC como:

“(....) o conjunto de atividades formativas que proporcionam experiências de aplicação de conhecimentos ou de desenvolvimento de procedimentos próprios ao exercício da docência. Por meio destas atividades, são colocados em uso, no âmbito do ensino, os conhecimentos, as competências e as habilidades adquiridos nas diversas atividades formativas que compõem o currículo do curso.” (BRASIL, 2015, p. 3)

A resolução CNE/CP nº 2/2002, por sua vez, estabelece que a PCC deve abranger uma carga horária mínima de 400 horas, distribuída ao longo de todos os semestres dos cursos de licenciatura. Este documento foi posteriormente atualizado pela resolução CNE/CP nº 2/2015, e, mais recentemente, pela resolução CNE/CP nº 2/2019. Em ambos os documentos, manteve-se uma carga horária mínima de 400 horas para a abordagem da dimensão prática da formação docente. Segundo a resolução CNE/CP nº 2/2019,

“A prática deve estar presente em todo o percurso formativo do licenciando, com a participação de toda a equipe docente da instituição formadora, devendo ser desenvolvida em uma progressão que, partindo da familiarização inicial com a atividade docente, conduza, de modo harmônico e coerente, ao estágio supervisionado (...).” (BRASIL, 2020, p. 9)

Atualmente, a Resolução CNE/CP nº 4/2024 trouxe novas atualizações no que se refere à Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Licenciatura (BRASIL, 2024). Embora não apresente uma carga horária específica para o exercício da PCC, a nova norma ainda defende a importância da reflexão sobre a prática e o princípio da indissociabilidade entre teoria e prática, aspectos que devem ser valorizados ao longo de todo o percurso formativo dos professores.

Mas de que forma essas resoluções devem ser colocadas em prática nos cursos de licenciatura? As resoluções do CNE não especificam os formatos com que a PCC deve ser integrada aos cursos, permitindo que cada instituição de ensino superior tenha flexibilidade para construir seus próprios projetos. No entanto, o Parecer nº 5/2015 esclarece que estas atividades podem ser realizadas ao longo das disciplinas ou em outras atividades formativas, de maneira sempre associada ao caráter prático da formação pedagógica. Neste sentido, disciplinas que abordam tão somente os fundamentos científicos da área não são consideradas adequadas para abordagem da PCC (BRASIL, 2015).

Na prática, autores como Marcatto e Penteado (2013) demonstram que, de maneira geral, esta prática se dá no âmbito das disciplinas de graduação a partir de discussões sobre a prática docente. Por sua vez, Silva e Guimarães (2019) demonstram que a carga horária da PCC tem sido inserida nos cursos de licenciaturas de três maneiras principais, sendo elas a distribuição das 400h de PCC em disciplinas específicas para este fim, denominadas "disciplinas articuladoras" entre a química e a educação; a distribuição da PCC em diversas disciplinas de formação geral; e uma forma híbrida, que articula estas duas.

Em geral, os estudos têm demonstrado que as chamadas "disciplinas articuladoras" apresentam maior potencial para promover a interface entre os conhecimentos específicos de Química e a prática docente. Wouters e Sartori (2022), por exemplo, se dedicaram a analisar a contribuição de uma disciplina específica para o exercício da PCC na formação de professores de química. Em sua investigação, realizada junto a egressos do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal Farroupilha (RS), os autores questionaram aos ex-alunos sobre as suas experiências nas disciplinas de Prática enquanto Componente Curricular, específicas para o exercício da PCC na universidade em questão.

As respostas fornecidas pelos egressos demonstram que as atividades desenvolvidas na disciplina, as quais envolviam planejamento, execução e reflexão sobre estratégias de ensino, foram fundamentais para que tivessem um primeiro contato com a realidade da atuação do professor. Em suas falas, os ex-alunos destacaram a importância desses espaços para a discussão de metodologias de ensino que vão além do tradicional, o que contribuiu para sua formação enquanto professores inovadores e comprometidos com sua prática (WOUTERS; SARTORI, 2022).

Por outro lado, alguns cursos de licenciatura ainda enfrentam dificuldades para articular de forma satisfatória as dimensões teóricas e práticas da formação docente. Um estudo realizado por Afonso e Machado (2020) apresenta resultados que demonstram este fato. No estudo, as autoras procuraram compreender os principais desafios que os licenciandos em química enfrentam em sua formação, os quais resultam no alto índice de evasão observado no curso. A partir de entrevistas semiestruturadas, as autoras identificaram que a principal dificuldade enfrentada pelos estudantes está no estudo das disciplinas de formação técnica, que são abordadas de maneira abstrata e distante da atuação dos futuros professores. Nas palavras de uma das estudantes entrevistadas,

Se eu escolhi fazer um curso de licenciatura é porque eu quero me formar professora. [...] aí, a gente aprende uma Química bruta que, na maioria das vezes, é muito pouco

aplicada no Ensino Médio, entendeu? Não tem essa preocupação de como essa Química vai ser ministrada no Ensino Médio. [...] (AFONSO; MACHADO, 2020, p. 173).

A partir da fala da estudante, percebe-se que, embora a PCC tenha sido integrada à formação de professores de química há mais de 20 anos, ainda persiste, em certos casos, um certo distanciamento entre as dimensões técnica e pedagógica na formação de professores de química.

Segundo a análise de Baldaquim e Lorencini Jr. (2020), uma das possíveis causas para este problema pode ser a diversidade de interpretações e abordagens possíveis para a implementação da PCC. Como não há uma orientação geral para sua aplicação, cada instituição tem liberdade para interpretar e escolher o formato mais apropriado para integrar a carga horária exigida em seus cursos de licenciatura. Essa flexibilidade, embora seja positiva por um lado, abre margem para aplicações equivocadas da PCC.

A título de exemplo, um dos principais equívocos identificados por Baldaquim e Lorencini Jr. (2020) foi a interpretação da "prática" em questão como sendo relacionada à realização de experimentos em laboratório: uma das dissertações analisadas pelos autores propõe, enquanto exercício relativo à PCC, uma atividade laboratorial baseada no desenvolvimento de uma marcha analítica para identificar metais pesados em uma mistura desconhecida. A atividade, embora inovadora, não promove nenhuma integração com a atuação do professor na educação básica, fugindo à proposta da Prática como Componente Curricular.

Para evitar equívocos como este, sugere-se que ao menos parte da carga horária destinada à PCC seja cumprida nas já citadas "disciplinas articuladoras" (também chamadas de "disciplinas de interface"), que integram os conhecimentos de química e de educação. Nessas disciplinas, os alunos seriam levados a refletir sobre relação entre os conteúdos químicos e a prática do ensino de química, contemplando, de fato, a proposta da PCC.

A análise documental realizada por Silva e Guimarães (2022) corrobora este pensamento. Em seu estudo, as autoras observaram que a integração da PCC às disciplinas de formação técnica pode apresentar algumas desvantagens, uma vez que as ementas destas disciplinas não especificam de que forma a PCC será desenvolvida ao longo do curso. Nesses casos, supõe-se que a carga horária pode ter sido distribuída ao longo do curso apenas para atender às demandas da legislação, sem a devida preocupação em preparar os licenciandos para sua atuação em sala de aula.

O trabalho de Costa (2012), por exemplo, demonstra que em algumas instituições a adequação à Resolução CNE/CP nº 2/2002, que instituiu a carga horária da PCC, ocorreu somente

após exigência direta do Ministério da Educação (MEC): um docente da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), entrevistado para a pesquisa, relata que a universidade resistiu em adequar-se às novas resoluções até que o MEC iniciasse diligências em 27 de seus cursos de licenciatura. Somente então os cursos foram reestruturados para atender às novas diretrizes.

Ainda assim, a simples inserção de disciplinas articuladoras no currículo não resolve completamente a questão da implementação efetiva da PCC, uma vez que algumas instituições ainda carecem de professores formadores qualificados para liderar discussões sobre o ensino de química (BALDAQUIM; LORENCINI Jr., 2020). Para enfrentar essa questão, os autores defendem que é fundamental que os docentes se engajem cada vez mais com a área do ensino, a fim de superar a racionalidade técnica que ainda domina os cursos de licenciatura.

Nesta mesma linha, Chrysostomo e Messeder (2017) ressaltam a importância de os docentes dos cursos de licenciatura reconhecerem o seu papel enquanto formadores de professores de química, e não de especialistas na área. Segundo os autores, “não basta apenas transmitir os conhecimentos teóricos” (CHRYSOSTOMO; MESSEDER, 2017, p. 142), mas é necessário que os professores formadores reflitam sobre sua contribuição para a formação profissional dos licenciandos.

Por fim, outro ponto relevante a ser considerado é a valorização do material produzido pelos estudantes nas atividades de PCC. Segundo Silvério, Torres e Maestrelli (2013), os estudantes desaprovam o fato de que muitos dos materiais e discussões produzidos nessas atividades se perdem após o término das disciplinas, sendo raramente socializados com outros pares. Além disso, a execução das atividades propostas exige um grande esforço extraclasse que muitas vezes não é valorizado nas avaliações. Desse modo, na opinião dos alunos, por mais que as atividades propostas sejam positivas para sua formação, é necessário que as avaliações das disciplinas contemplem este esforço.

Em resumo, é consenso entre os pesquisadores do tema que as normativas legais que instituíram a PCC enquanto parte do currículo das licenciaturas representaram um importante avanço para a instituição de um modelo de formação de professores pautado na racionalidade prática. Ainda assim, muitos cursos ainda enfrentam dificuldades para superar a dicotomia entre conhecimento científico e a prática docente, o que prejudica a formação profissional desses estudantes. Diante disso, é importante que sejam estabelecidos nas licenciaturas espaços verdadeiramente alinhados à abordagem da PCC e que os professores formadores assumam sua responsabilidade na condução de discussões pertinentes nesses espaços.

Ressaltamos, por fim, que é preciso caminhar ainda mais, promovendo ao licenciando não só um espaço de reflexão sobre a prática, mas de desenvolvimento da criticidade. Nas palavras de Silva e Guimarães (2019, p. 579),

(...) é essencial que a PCC considere em suas articulações as dimensões sociais e políticas da educação, incentivando os licenciandos a desenvolver um pensamento crítico sobre a realidade, a qual permita que ele desenvolva uma prática pedagógica transformadora.

No item a seguir, serão discutidas as contribuições das metodologias ativas de ensino para o ensino de química e para a atuação dos futuros professores. Com base na proposta deste trabalho, daremos ênfase especial à Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez.

2.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.2.1 O potencial das Metodologias Ativas de ensino

Conforme discutido no item anterior, é essencial que o processo de formação de professores contemple espaços de discussão sobre os desafios que os futuros docentes enfrentarão em sala de aula. Conforme será apresentado a seguir, é consenso entre diversos autores que o contexto atual exige uma nova postura da escola e dos professores, alinhada às necessidades de aprendizagem da atualidade (FREIBERGER; BERBEL, 2010; BERBEL, 2011; SANTOS; SOARES, 2011; SANTOS; SARMENTO, 2021). Mas quais desafios aguardam os futuros professores em sua atuação? E, mais do que isso, como prepará-los para enfrentá-los?

Bom, o intenso desenvolvimento de novas tecnologias nas últimas décadas tem ampliado o acesso à informação cada vez mais rapidamente. Com isso, as informações em geral não mais emanam apenas da figura do professor, mas podem ser acessadas pelos estudantes através de diversas fontes. Neste cenário, o modelo escolar tradicional, pautado na transmissão de conteúdos, mostra-se ultrapassado aos alunos, que, muitas vezes, sentem-se desinteressados pelos conteúdos ministrados e pelo que a escola tem a oferecer (SANTOS; SOARES, 2011).

Neste contexto, diversos autores sugerem que o papel do professor não deve se restringir à transmissão de informações que são facilmente encontradas em uma busca à internet. Isto, na verdade, pode contribuir ainda mais para o desinteresse dos estudantes com aprendizagem escolar (SANTOS; SOARES, 2011; FREIBERGER; BERBEL, 2010; SANTOS; SARMENTO, 2021). A este respeito, Santos e Sarmiento (2021, p. 327) destacam que:

Não faz mais sentido investir numa educação em que se privilegie a velha forma tradicional de transmissão de conhecimentos pelo professor ao aluno dentro de uma sala de aula. Podemos aprender em qualquer lugar, a qualquer hora e com pessoas diferentes: conhecimento é construído por todos os atores participantes do processo educacional.

Ao invés disso, o cenário atual exige que a escola e os professores assumam a responsabilidade de desenvolver nos alunos as habilidades necessárias para que possam analisar criticamente as informações ao seu redor, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e autônomos (FREIBERGER; BERBEL, 2010). Neste sentido, as Metodologias Ativas de ensino se apresentam enquanto alternativas promissoras, uma vez que propõem a construção do conhecimento pelo próprio aluno, fazendo deste o protagonista do processo de aprendizagem (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017; BERBEL, 2011).

Nas Metodologias Ativas, entende-se que o papel do professor não deve se resumir a transmitir o conhecimento aos alunos. A sua função deve ser, na verdade, a de facilitador: o professor guia os estudantes em seus processos de busca, observação, pesquisa, reflexão e tomadas de decisão, contribuindo para o desenvolvimento de suas habilidades. Segundo Diesel, Baldez e Martins (2017, p. 278), cabe ao professor “provocar, desafiar ou ainda promover as condições de construir, refletir, compreender, transformar, sem perder de vista o respeito à autonomia e dignidade deste outro”.

No entanto, por mais que as Metodologias Ativas sejam muito valorizadas hoje, elas não constituem uma ideia recente. John Dewey, o grande idealizador da Escola Nova, defendia já no início do século XX que a verdadeira aprendizagem deveria ocorrer pela ação, em um processo de busca ativa de conhecimento (LOVATO et al., 2018; DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017). Hoje, porém, com o exponencial crescimento do acesso à informação, percebe-se cada vez mais a urgência de se superar o modelo de educação tradicional, pautado na transmissão de informações, para um modelo que promova a atitude ativa do aluno. Sendo assim, como essas Metodologias Ativas podem ser empregadas pelos professores?

Em seu estudo, Diesel, Baldez e Martins (2017) apresentam alguns princípios fundamentais que devem nortear o trabalho com Metodologias Ativas. Segundo os autores, estes princípios incluem trazer o aluno ao centro do processo de aprendizagem, deslocando-o do papel de expectador; estimular uma postura ativa por parte do estudante, promovendo a sua autonomia; estimular uma atitude reflexiva e problematizadora perante à realidade; desenvolver atitudes voltadas ao trabalho em equipe; promover a inovação em sala de aula; e, enfim,

reconhecer o papel do professor como um facilitador, mediador e ativador no processo de busca pelo conhecimento.

Por envolver tantos princípios que fogem ao tradicional, o trabalho com Metodologias Ativas é tido como desafiador por grande parte dos professores. Ainda assim, a maior parte dos profissionais que se abre a estas abordagens reconhece que elas têm um impacto positivo na aprendizagem, contribuindo no desenvolvimento da autonomia e do senso crítico dos estudantes. Nas palavras de Stroher e colaboradores (2018, p. 741), “[...] o aluno torna-se dinâmico e constantemente ativo, observa e formula perguntas, expressando suas percepções e opiniões, desenvolvendo assim a sua autonomia”.

Além disso, autores como Lovato e colaboradores (2018) defendem que as Metodologias Ativas auxiliam não só no desenvolvimento da autonomia dos estudantes, mas contribuem também para despertar seu interesse e motivação pelo processo de aprendizagem. De início, observa-se que muitos alunos se sentem inseguros diante desta mudança de paradigma - afinal, muitos estão acostumados a ocupar o cômodo papel de “receptores” do conhecimento. No entanto, após se acostumarem à nova dinâmica, os mesmos acabam por se envolver mais profundamente na busca pelo conhecimento, registrando um melhor aprendizado (STROHER et al., 2018).

Hoje, existe uma variedade de métodos de ensino baseados nos princípios das Metodologias Ativas. Entre eles, destacam-se a Aprendizagem Baseada em Problemas, a Metodologia da Problematização, a Aprendizagem Baseada em Projetos, a Aprendizagem Baseada em Times, a Sala de Aula Invertida, a Instrução por Pares e o Método Jigsaw. O Quadro 1, a seguir, resume os princípios por trás de cada um dos métodos citados.

Quadro 1 - Resumo sobre as principais metodologias ativas de ensino

Metodologia	Descrição
Aprendizagem baseada em problemas (PBL) (LOPES et al., 2011; LOVATO, et al., 2018)	Na PBL (<i>Problem Based Learning</i>), o diálogo entre os participantes do grupo é direcionado para a resolução de um problema proposto pelo professor. Nesta proposta, os próprios alunos dirigem a reflexão, enquanto o professor atua como facilitador do processo. A PBL foi desenvolvida no final dos anos 1960 na McMaster University Medical School, e até hoje é amplamente utilizada no ensino superior.
Metodologia da problematização - Arco de Maguerz (BERBEL, 2011)	Através da realização de cinco etapas, a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz é um método que tem como ponto de partida e de chegada a própria realidade do estudante. Neste método, os alunos são levados a identificar um problema a partir de seu contexto local; estudar suas causas e implicações; elaborar estratégias para solucionar o problema; e, por fim, agir para solucioná-lo.
Aprendizagem baseada em projetos (OLIVEIRA;	Neste método, os alunos exploram situações reais, similares às que profissionais de uma determinada área de trabalho se envolvem. Utiliza problemas mais amplos

SIQUEIRA; ROMÃO, 2020)	que a Aprendizagem Baseada em Problemas, caracterizando um processo mais longo. Além disso, diferencia-se pela entrega de um artefato ao final da pesquisa.
Aprendizagem baseada em times (TBL) (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016)	A TBL (<i>Team Based Learning</i>) tem como objetivo principal o desenvolvimento de habilidades de trabalho colaborativo entre os estudantes. Esta metodologia se desenvolve a partir de três etapas: uma preparação prévia (em que ocorre o estudo do tema a ser abordado); a aplicação de testes individuais e em equipe; a aplicação do conteúdo a situações práticas. Neste método, a avaliação é feita por equipe, não individualmente; desse modo, todos os membros devem contribuir para que nenhum estudante “fique para trás”.
Sala de aula invertida (LIMA JÚNIOR et al., 2017)	A Sala de Aula Invertida é uma metodologia característica do Ensino Híbrido. Neste método, os alunos realizam a leitura do livro didático e assistem às videoaulas antes da aula presencial e, durante a aula, discutem o que foi estudado. Tem como vantagens a possibilidade de revisão do conteúdo, a disponibilidade de aprender no seu próprio ritmo e o tempo maior em sala de aula para trabalhar em grupo com colegas e realizar experimentos.
Instrução por pares (MORAES; CARVALHO; NEVES, 2016)	Neste método, os alunos estudam previamente o conteúdo (como na sala de aula invertida) e, em aula, discutem o que estudaram entre si. Suas etapas envolvem: a leitura prévia do conteúdo pelos alunos; um quizz inicial; uma aula expositiva (máx. 10 minutos); a aplicação de testes conceituais (TC) em dupla; e conclusão e fornecimento de conteúdo e atividades para próxima aula.
Jigsaw (LOVATO, et al., 2018)	Na metodologia Jigsaw, os alunos são divididos em grupo inicial para estudar um determinado tema central. Os membros deste grupo são divididos em “peritos” ou “especialistas” em determinados assuntos específicos, e se reúnem com outros especialistas para estudarem a fundo o assunto. Após o “encontro dos especialistas”, os membros do grupo retornam ao grupo original, compartilhando o que aprenderam.

Fonte: Autora, 2024.

Conforme observa-se no Quadro 1, algumas destas metodologias buscam contemplar não só o estudo ativo pelo estudante, mas também o importante aspecto da contextualização. Nestas metodologias, os alunos são levados a desenvolver soluções para problemas da vida real, percebendo a todo momento como o conhecimento que estão construindo pode ser aplicado em situações práticas. As principais metodologias que se utilizam da abordagem de problemas reais são a Aprendizagem Baseada em Problemas, a Aprendizagem Baseada em Projetos e a Metodologia da Problematização, sendo esta última o foco de nossa pesquisa.

Segundo Santos e Sarmiento (2021), as abordagens pautadas em situações realistas contribuem para que o aluno se sinta ainda mais impelido a se aprofundar na resolução do problema apresentado, desenvolvendo maior criatividade, pensamento crítico e autonomia perante a construção do conhecimento. A respeito da Metodologia da Problematização, em especial, os autores destacam a sua contribuição para a formação de sujeitos críticos e atuantes na transformação de sua realidade.

No entanto, apesar de suas vantagens, é preciso destacar que a simples adoção de estratégias de ensino pautadas em Metodologias Ativas não soluciona, por si só, os desafios que

perpassam a educação. Para que estas metodologias contribuam verdadeiramente na formação de cidadãos autônomos, o seu uso deve partir de princípios e intenções claros por parte dos professores. Neste sentido, é necessário que os mesmos dominem profundamente os princípios por trás dos métodos a serem utilizados, de modo que seu uso possa atender aos seus objetivos educacionais (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

O que se observa, porém, é que a maior parte dos docentes ainda não possui um grande domínio sobre estas metodologias. Em pesquisa conduzida por Soares e colaboradores (2022) com professores atuantes na educação básica, 72% dos participantes afirmaram conhecer e utilizar as Metodologias Ativas em suas aulas, mas apenas 38% souberam exemplificá-las. Além disso, de acordo com os autores, muitos participantes confundiram os conceitos de Aprendizagem Baseada em Problemas e de Metodologia da Problematização, indicando que não compreendem muito bem as suas diferenças.

De fato, a falta de preparo dos professores para trabalhar com metodologias ativas é apontada por diversos autores como o maior empecilho à sua aplicação em sala de aula (STROHER et al., 2018; SOARES et al., 2022). Diante disso, grande parte dos professores acaba optando por repetir os métodos tradicionais, os quais não lhe demandam tanto tempo e esforço de planejamento. Nas palavras de Stroher e colaboradores (2018, p. 741),

Com a falta de tempo, os professores relatam que fica praticamente inviável pensar em estratégias que exijam grande tempo de preparação das aulas, como é o caso das metodologias ativas. Isto contrasta com os métodos tradicionais, nos quais muitos professores possuem suas aulas prontas e as repassam em suas turmas, ano após ano.

A fim de munir os professores destes conhecimentos que podem enriquecer sua prática docente, muitas atividades de formação continuada têm sido colocadas em prática (SOARES; ENGELS; COPETTI, 2019). Nestes espaços, os docentes relatam que adquirir esses novos conhecimentos por si só não é uma tarefa fácil, devido a diversos fatores. Entre eles, destacam-se a desvalorização salarial - que induz os professores a assumirem uma carga horária muito ampla, dificultando a sua dedicação para novos aprendizados - e a insegurança em adotar práticas inovadoras em suas aulas, devido à falta de compreensão sobre as mesmas (STROHER et al., 2018; SOARES et al., 2022).

Como vemos, uma vez formado e atuante, o professor deve dar conta de uma série de demandas de sua profissão: planejamento de aulas, elaboração de avaliações, confecção de materiais didáticos... Tudo isto toma tempo e dificulta que este profissional se dedique a construir uma formação mais ampla a respeito de metodologias inovadoras de ensino. Neste sentido, as

oficinas de formação continuada oferecem suporte para a inovação em sala de aula, auxiliando o professor nesta empreitada (SOARES; ENGELS; COPETTI, 2012).

Mas, para além disso, percebemos também a necessidade de que os conhecimentos relativos às práticas inovadoras de ensino sejam apresentados aos professores já em sua formação inicial, a fim de que os mesmos comecem a sua prática docente com diversas possibilidades à sua disposição. Não se trata de diminuir a relevância de outros métodos de ensino, mas de auxiliar os professores a reconhecerem quais as estratégias de ensino mais adequadas aos seus diferentes objetivos de aprendizagem.

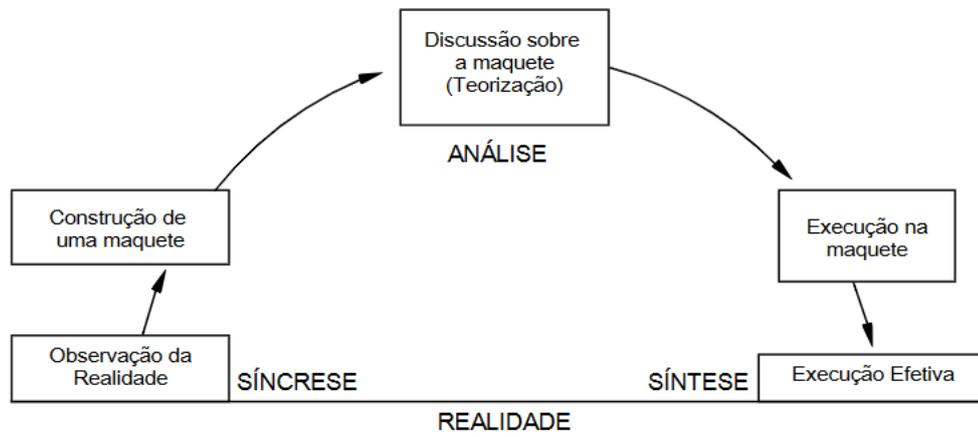
Neste trabalho, daremos ênfase à Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez e em como o seu conhecimento pode auxiliar futuros professores a conceber a sua prática docente. No próximo item, serão apresentados os principais aspectos do Método do Arco de Maguerez, incluindo as suas etapas, as suas vantagens e, no capítulo seguinte, uma breve análise sobre a sua aplicação em aulas de química.

2.2.2 O Método do Arco de Maguerez e suas variações

De acordo com Berbel (2012), o método do Arco de Maguerez pode ser concebido em três versões: a versão original proposta por Charles Maguerez; a versão de Bordenave, já mais adaptada a uma concepção de educação libertadora; e a versão de Berbel, que é orientada por uma perspectiva de transformação social.

A versão inicial, proposta por Charles Maguerez, foi concebida para o ensino de trabalhadores analfabetos em Marrocos (BERBEL, 2012). Tinha como objetivo alfabetizar os trabalhadores e capacitá-los aos seus postos de trabalho sem “infantilizá-los” no processo, como era comum à alfabetização de adultos na época. Nesta primeira versão, os problemas de estudo a serem investigados eram escolhidos previamente por um especialista; sendo assim, o foco maior era no próprio programa, elaborado previamente, que deveria ser seguido cuidadosamente pelos monitores. A Figura 1, a seguir, ilustra o esquema conforme proposto por Charles Maguerez.

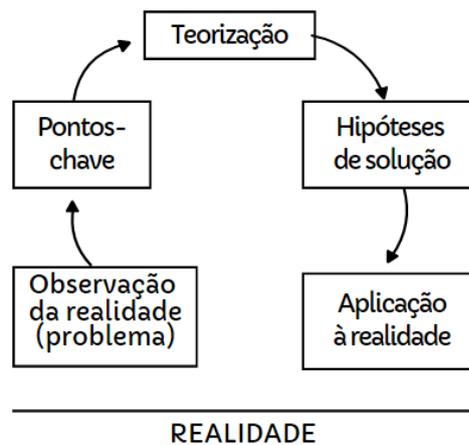
Figura 1 - Esquema original proposto por Maguerez



Fonte: BORDENAVE; PEREIRA, 2010.

A versão de Bordenave, por sua vez, foi adaptada para orientar a formação de professores em cursos de mestrado. Seu objetivo era formar professores para atuar no ensino superior, em diversas áreas (BERBEL, 2012). Na versão de Bordenave, os problemas de estudo não eram definidos pelo professor, e sim escolhidos pelos próprios alunos – os mestrandos – a partir de um processo chamado de Observação da Realidade. Aqui, começamos a visualizar uma aproximação com a versão de Berbel, que servirá como orientação para este trabalho. A Figura 2 ilustra o percurso do método conforme a adaptação de Bordenave.

Figura 2 - Esquema do Arco conforme Bordenave



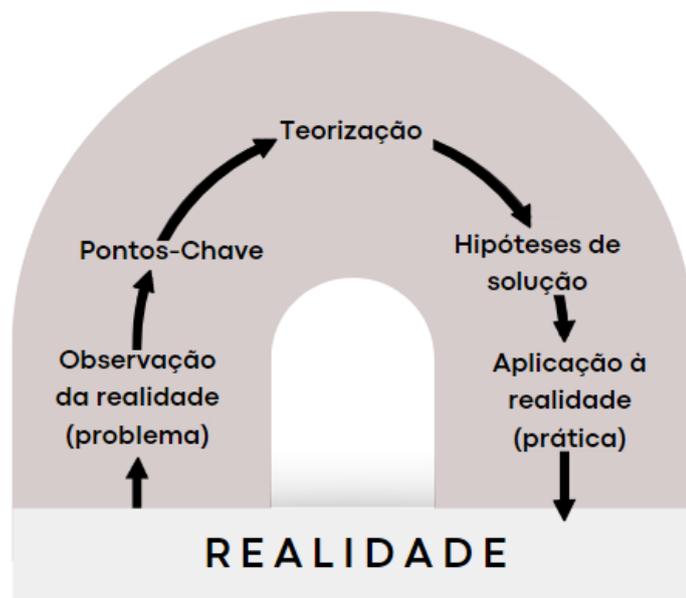
Fonte: BORDENAVE; PEREIRA, 2010.

Em comparação à concepção inicial, de Maguerez, a versão de Bordenave manteve alguns aspectos, como o foco na educação profissional (Maguerez com operários e Bordenave com professores) e o uso de metodologias ativas e de processos repetidos para garantir certos aprendizados (BERBEL, 2012).

Por outro lado, Bordenave também realizou algumas mudanças na concepção do método. Foi este autor que adaptou o nome da segunda e da quarta etapas para “Pontos-Chave” e “Hipóteses de Solução”, além de adaptar a proposta para um outro nível de escolaridade: da formação de operários para a formação de professores universitários. Além disso, Bordenave conferiu maior flexibilidade à condução da metodologia – em Maguerez, as etapas deveriam ser seguidas sem qualquer desvio ou adaptação, enquanto Bordenave admitia uma aplicação mais flexível (BERBEL, 2012).

A terceira versão do Arco, que será tomada como referência para este trabalho, foi idealizada por Berbel e utilizada como forma de orientar atividades de ensino e de pesquisa. Como se pode observar na Figura 3, sua versão percorre as mesmas cinco etapas apresentadas por Bordenave, tendo como ponto de partida e de chegada a própria realidade do estudante. O grande diferencial da versão de Berbel está na mobilização dos aspectos sociais, éticos e políticos dos estudantes, em um processo comprometido com a transformação social (BERBEL, 2012).

Figura 3 - Esquema da MP com o Arco de Maguerez conforme Berbel



Fonte: Adaptado de BORDENAVE; PEREIRA, 2010.

Neste sentido, ao longo do processo, um recorte da realidade é delimitado e problematizado profundamente, de maneira a culminar em uma ação transformadora da mesma. Nesta terceira versão, de Berbel, encontramos uma grande valorização do protagonismo dos estudantes – tanto no processo de estudo, quanto nas escolhas a serem tomadas. Para a autora, o professor deve orientar e instigar, mas não fornecer todas as informações aos estudantes (BERBEL, 2011).

Conforme demonstra Berbel (1995), a problematização em si não constitui novidade pedagógica, já tendo sido desenvolvida por Dewey e diversos outros autores desde o início do século XX. Na verdade, a novidade da MP está justamente na perspectiva da transformação social, perspectiva esta em que o sujeito, munido dos conhecimentos que adquire ao longo do processo, deve agir sobre sua realidade para transformá-la.

Segundo a autora, mesmo que esta transformação não resolva o problema encontrado inicialmente (já que, por vezes, sua resolução está fora do alcance imediato dos envolvidos), ocorre ao menos uma transformação no próprio professor e em seus alunos, que passam a encarar a realidade com outros olhos (BERBEL, 1995, p. 15):

É preciso reforçar aqui que transformações ocorrem verdadeiramente. Se não na intensidade desejada junto ao contexto de onde se extraiu o problema, com certeza nas pessoas que vivem esse processo. A dinâmica de interações que se estabelece entre alunos e professor(es), entre esses e a realidade e com o conhecimento, é um processo construtivo irreversível.

Assim, de maneira resumida, a Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz caracteriza-se por partir da realidade do aluno, extraindo dela um problema, de modo que, após um profundo processo de estudo, os estudantes retornem a essa realidade com o objetivo de transformá-la. Nesta seção, serão detalhadas as cinco etapas que compõem essa metodologia, conforme os pressupostos de Berbel, além de considerações sobre sua aplicação no contexto escolar.

2.2.2.1 Primeira etapa: Observação da Realidade

A primeira etapa da Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz é a Observação da Realidade.

Neste momento inicial, o objetivo central é a definição da situação problema que será investigada ao longo do processo. Para tanto, os estudantes devem ser levados a observar um recorte de sua realidade e extrair dele suas características e possíveis problemas sobre os quais

possam intervir (COLOMBO; BERBEL, 2007). Aqui, todas as perguntas possíveis devem ser feitas, sempre com um objetivo central: escolher um problema que tenha relação com o campo de estudos em questão e que possa ser transformado pela atuação do grupo (BERBEL, 1995).

No caso do ensino de ciências na educação básica, o “campo de estudos” citado constitui justamente a disciplina ministrada pelo professor: ciências biológicas, química ou física. Neste caso, deve-se buscar um problema que motive o grupo, e, ao mesmo tempo, tenha relação com o conteúdo que está sendo estudado. No entanto, a fim de manter esta conexão com o campo de estudo, Berbel orienta que o professor possa auxiliar o processo de Observação da Realidade formulando “(...) questões gerais que ajudem a focalizar e não fugir do tema” (BERBEL, 1998, p. 142).

Ainda assim, vale destacar que, embora o professor oriente o processo, a escolha final do problema a ser estudado deve ser feita pelos próprios estudantes. De acordo com a perspectiva de Berbel (2011), o protagonismo dos alunos na análise da realidade e na escolha do problema é fator decisivo para manter seu engajamento nas etapas seguintes. Em outras palavras, é importante que o grupo eleja um problema com o qual ele próprio se identifique e deseje intervir.

Ainda neste sentido, Berbel orienta que, no caso de experiências em grupo, todos os participantes devem concordar com a escolha do problema final. Aqui, vale ressaltar que existem diferentes formas de dividir os problemas levantados entre o grupo: pode ser definido apenas um problema a ser investigado por toda a turma, ou então podem ser formados diversos grupos, cada um estudando um problema específico (BERBEL, 1998). Em ambos os casos, cabe aos membros do grupo observar a realidade em questão, listar suas características e escolher, em conjunto, o problema final que será estudado.

Uma vez definido o problema que será investigado, os estudantes podem redigir uma pergunta, uma afirmação ou uma negação que resuma a problemática em questão, a fim de guiá-los nas etapas seguintes.

2.2.2.2 Segunda etapa: Definição dos Pontos-Chave

Após a Observação da Realidade, parte-se para a segunda etapa: a definição dos Pontos-Chave. Neste momento, os estudantes devem identificar os principais fatores ligados ao problema em questão, determinando quais pontos precisarão ser investigados para alcançar uma

compreensão mais profunda do problema escolhido (COLOMBO; BERBEL, 2007). Em resumo, o grupo analisa o problema a fim de identificar aspectos importantes relacionados a ele.

É importante destacar que, neste estágio, ainda anterior à Teorização, os alunos se apoiam apenas em seus conhecimentos prévios. Sendo assim, não se deve esperar que já sejam capazes de elencar todos os aspectos científicos relacionados ao problema (COLOMBO; BERBEL, 2007). Na verdade, de acordo com as autoras, espera-se apenas que os estudantes recorram a estes conhecimentos prévios de um modo coerente com o objetivo da etapa.

Assim, à medida que o grupo elenca os Pontos-Chave que serão investigados, os mesmos devem ser registrados, a fim de guiar o estudo que será realizado em sequência. Para isso, os estudantes podem formular questões, afirmações, listar tópicos a serem estudados, entre outras maneiras (COLOMBO; BERBEL, 2007). A partir destes pontos, será executada a etapa seguinte: a Teorização.

2.2.2.3 Terceira etapa: Teorização

A etapa da Teorização compreende o estudo propriamente dito. Os aspectos listados nos Pontos-Chave servirão de guia para o estudo a ser realizado, tendo como objetivo uma compreensão mais ampla do problema (COLOMBO; BERBEL, 2007; BERBEL, 1995).

A fim de atingir ao objetivo da etapa, os alunos podem recorrer às mais diversas fontes de conhecimento. Nas palavras de Berbel, “vamos buscar as informações onde quer que elas se encontrem” (BERBEL, 1995, p. 15): livros, revistas, sites, *blogues*... É possível também entrevistar especialistas ou pessoas envolvidas com o problema, a fim de coletar maiores informações de quem entende ou vivencia a problemática em questão. Da mesma forma, o professor, enquanto especialista, também se coloca à disposição para orientar os estudantes, guiando o processo de estudo e auxiliando-os na construção dos conhecimentos necessários.

Diante desta variedade de opções, caberá aos alunos definir a abordagem mais adequada para investigar cada aspecto do problema. Serão utilizadas entrevistas? Visitas à biblioteca? Eles mesmos definirão estas respostas (COLOMBO; BERBEL, 2007). O professor neste caso atua como orientador metodológico, auxiliando o processo, mas sempre respeitando o protagonismo dos estudantes – afinal, saber como coletar informações também constitui um dos aprendizados da metodologia.

Além disso, é importante destacar que a etapa da Teorização não se resume apenas à busca por informações. Após a obtenção dos dados, o grupo se reúne para discuti-los e analisá-

los, com o objetivo final de elaborar soluções para o problema em estudo. De acordo com Colombo e Berbel (2007, p. 134), na Teorização as informações coletadas são “tratadas, discutidas e analisadas, (...) relacionando teoria e prática, sempre com vistas à compreensão e solução do problema”.

Ao longo deste processo, os alunos constroem novos saberes que os levam a uma compreensão mais profunda sobre o problema em estudo. A partir disso, estabelecem as bases para executar a etapa seguinte: elaborar soluções para o problema em questão.

2.2.2.4 Quarta etapa: Hipóteses de Solução

Neste ponto da Metodologia da Problematização, os estudantes, munidos de todo o conhecimento construído e compartilhado nas etapas anteriores, voltam-se novamente ao problema para propor soluções a ele. De acordo com Berbel (1998, p. 144), é neste momento que os alunos refletem sobre questões como: “O que precisa acontecer para que o problema seja solucionado? O que precisa ser providenciado? O que pode realmente ser feito?”.

Este exercício é particularmente importante para o desenvolvimento do raciocínio crítico e reflexivo do estudante. Afinal, além de propor soluções, ele deverá explicar e argumentar sobre sua proposta, mobilizando uma série de saberes curriculares, experienciais e profissionais (COLOMBO; BERBEL, 2007).

É importante destacar, porém, que o Arco de Maguerez não se encerra nesta etapa. Não basta propor ações, argumentar soluções... é preciso levá-las para a prática. Por isso, a terceira questão apresentada anteriormente – “o que pode realmente ser feito?” – é bastante pertinente para que se pensem em soluções verdadeiramente possíveis de serem aplicadas na realidade. Nas palavras de Berbel (1998, p. 152),

O grau de intervenção depende de vários fatores, mas alguma intervenção deve ocorrer ou então não será a Metodologia da Problematização, com os passos do Arco de Charles Maguerez.

Portanto, além de formular hipóteses, é essencial que os estudantes discutam também a viabilidade de suas propostas, verificando se elas serão realmente práticas e aplicáveis na realidade. Para isso, devem sempre contar com o auxílio do professor. Somente assim, após discutir a viabilidade e a eficiência das hipóteses propostas, os estudantes elegerão qual ou quais delas serão levadas para a quinta e última etapa do Arco: a Aplicação à Realidade.

2.2.2.5 Quinta etapa: Aplicação à Realidade

Nesta etapa, os estudantes retornam à realidade estudada – agora com o objetivo de transformá-la. É neste momento que as hipóteses propostas anteriormente tomam forma, sendo colocadas em prática para resolver o problema. Para tanto, os alunos devem analisar as hipóteses levantadas, planejar como irão colocá-las em prática e, enfim, levá-las para ação (COLOMBO; BERBEL, 2007).

Vale ressaltar que esta última etapa deve ir além de meras discussões teóricas, e os estudantes devem ser levados a agir de fato na realidade observada. Conforme Berbel (1998, p.152), o “(...) grau de intervenção depende de vários fatores, mas alguma intervenção deve ocorrer ou então não será a Metodologia da Problematização, com os passos do Arco de Charles Maguerez”.

Por meio desse processo, o estudante se prepara para uma participação mais crítica na vida em sociedade. Em vez de ser apenas um espectador dos fenômenos ao seu redor, ele se fortalece como um agente ativo no meio em que vive. Assim, com este retorno à realidade concreta em busca de solucionar o problema escolhido, concluímos a proposta da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez.

2.2.2.6 Algumas considerações acerca da MP com o Arco de Maguerez

Como visto, a Metodologia da Problematização tem como objetivo central a formação de estudantes conscientes e comprometidos com a transformação do meio em que vivem. Trata-se, portanto, de uma metodologia bastante adequada para a abordagem de temas relacionados à vida em sociedade. Neste tópico, abordaremos algumas considerações importantes sobre essa metodologia, com foco especial em sua aplicabilidade no contexto escolar.

Em primeiro lugar, é importante destacar que a escolha por adotar a Metodologia da Problematização não exige grandes adaptações na rotina escolar (BERBEL, 1998). Na verdade, o que precisa ser adaptado é a programação da disciplina em questão, assim como a postura do professor e dos alunos ao longo do processo, a fim de que haja tempo e condições favoráveis para a condução do estudo. Deve haver também certa flexibilidade quanto ao local de estudo, a fim de que os estudantes possam explorar diversos ambientes para observar e investigar (BERBEL, 1998).

Além disso, como se pôde constatar até aqui, a escolha do problema nesta metodologia não atende somente a critérios conceituais, mas também sociais, éticos e políticos. Diante disso, é importante pontuar também que a MP não se faz adequada para o ensino de qualquer conceito – na verdade, trata-se de uma metodologia de ensino viável em situações cujos temas estejam relacionados com a vida em sociedade. Conforme exemplifica Berbel (1998, p. 142):

Não pensamos ensinar o uso de crase através da Problematização, nem a tradução de palavras do português para outra língua, ou o cálculo de certas expressões matemáticas... O que de social, ético, econômico ou político estaria aí implicado? (BERBEL, 1998, p. 142)

No contexto do ensino de ciências, em especial, alguns dos problemas abordados na literatura incluem drogas, educação sexual, tratamento de resíduos, impactos ambientais da produção agrícola, entre outros. De modo geral, são temas em que os próprios alunos são capazes de identificar questões problemáticas. Nestes casos, o estudo através do Método do Arco de Maguerez pode ser muito mais enriquecedor para a formação dos estudantes do que uma abordagem tradicional.

Outro ponto a ser destacado é que, na Metodologia da Problematização, o professor não tem controle total dos resultados que serão obtidos ao final da experiência. Conforme Berbel (1998, p. 50), “Os conteúdos tanto podem não satisfazer ao professor em termos do que gostaria de ver apreendido pelos alunos, quanto podem surpreender ao professor e ao próprio grupo quando descobrem aspectos e relações não previstos”. Caso se perceba que os conteúdos trabalhados ao longo do processo não foram suficientes para atender aos objetivos de aprendizagem, Berbel (1998) orienta que o professor providencie outros métodos de ensino para dar conta deste conteúdo, complementando a metodologia.

Mas se não se pode ter controle total do que será aprendido, por que optar pelo Arco de Maguerez? Conforme já explicitado anteriormente, trata-se de uma metodologia com grande potencial para a abordagem de temas de cunho social. Conforme resumido por Berbel, a Metodologia da Problematização

Volta-se para a realização do propósito maior que é preparar o estudante/ser humano para tomar consciência de seu mundo e atuar intencionalmente para transformá-lo, sempre para melhor, para um mundo e uma sociedade que permitam uma vida mais digna para o próprio homem (BERBEL, 1998, p. 144).

Desta maneira, a Metodologia da Problematização apresenta diversas vantagens no que diz respeito à formação de cidadãos críticos e comprometidos com a transformação do meio em

que vivem. Através do Arco, os alunos são incentivados a problematizar sua realidade e, em especial, a agir sobre ela, transformando-a – mesmo que em pequena dimensão. Assim, de acordo com Colombo e Berbel (2007, p. 137), seu potencial “(...) prepara o cidadão para atuações futuras com desafios cada vez mais complexos”.

Além disso, enquanto metodologia ativa, contribui para uma maior motivação dos estudantes em participar dos processos conduzidos em sala de aula, além de promover o desenvolvimento de habilidades como pesquisa, leitura, comparação e observação. O método também incentiva a autonomia dos estudantes em relação ao seu aprendizado, preparando-os para avaliar informações e tomar decisões de forma independente e consciente (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017; LOVATO et al., 2018).

Diante do que foi apresentado, defendemos que a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez pode ser um caminho bastante enriquecedor tanto para a educação em geral quanto para o ensino de química em particular. Isto porque, entre as suas vantagens, destaca-se a possibilidade de tornar os conhecimentos adquiridos mais concretos e relevantes para os estudantes, de modo que eles compreendam os conceitos químicos de forma mais ampla e conectada à sua realidade. Além disso, por explorar um problema real, o método pode contribuir com a motivação dos estudantes no processo de aprendizagem e fortalecer a sua formação cidadã, na medida em que refletem sobre como agir em questões que permeiam sua realidade.

Como dificuldades esperadas, constata-se que a falta de tempo para conduzir as discussões pode ser um empecilho à adoção da MP em aulas de química (ANDRADE; SIMÕES, 2018). Nesse caso, é essencial que o professor adapte o planejamento à sua realidade, direcionando algumas reflexões para formatos assíncronos, se necessário, ou buscando outras soluções. Outra possível dificuldade é a falta de experiência dos estudantes com o método ativo, o que pode gerar insegurança inicial. Para enfrentar esse desafio, é essencial que o professor conduza cada etapa com clareza, explicando os papéis dos estudantes em cada momento e criando um ambiente que os deixe confiantes em participar.

No item a seguir, serão apresentadas as principais publicações sobre o uso da MP em aulas de química nos últimos dez anos, a fim de discutir a aplicação desta metodologia no contexto desta disciplina em especial.

2.2.3 Arco de Maguerez no ensino de química: produções acadêmicas entre 2013 e 2023

Com o objetivo de aprofundar o entendimento de como a Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz tem sido aplicada no contexto das aulas de química, realizamos um estudo bibliográfico na modalidade de Estado do Conhecimento. Este estudo consistiu no levantamento de publicações, entre 2013 e 2023, que explorassem do uso da MP com o Arco de Magueréz em aulas de química, tendo sido encontradas sete publicações.

O levantamento realizado foi publicado como artigo de revisão bibliográfica na Revista Debates em Ensino de Química (REDEQUIM), sob o título “Arco de Magueréz no Ensino de Química: produções acadêmicas entre 2013 e 2023”. Os trechos a seguir (subitens 2.2.3.1 a 2.2.3.6) foram extraídos desta publicação.

2.2.3.1 Procedimento do estudo

A pesquisa realizada se constituiu numa pesquisa bibliográfica no estilo Estado do Conhecimento. De acordo com Morosoni e Fernandes (2014), as pesquisas do tipo Estado do Conhecimento buscam sintetizar e tecer reflexões a respeito da produção acadêmica de uma determinada área do conhecimento, a partir de um processo de identificação, registro e categorização de dissertações, teses e artigos sobre o tema.

O levantamento das produções acadêmicas de interesse foi realizado a partir das plataformas Google Acadêmico e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Para tanto, selecionamos artigos e dissertações, publicados entre 2013 e 2023.

O portal Google Acadêmico foi escolhido como fonte de dados por apresentar uma ampla variedade de trabalhos e possibilitar o acesso de forma gratuita. Apesar de não apresentar uma variedade de ferramentas avançadas de busca, a plataforma reúne artigos, livros, teses e resumos de repositórios on-line de universidades, editoras acadêmicas e outros sites, se constituindo numa ampla base de dados para o processo de revisão de literatura.

O outro portal de busca consultado foi a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). A plataforma reúne textos completos das teses e dissertações defendidas nas instituições brasileiras de ensino e pesquisa e conta com mecanismos de pesquisa avançados, que favorecem o processo de busca e seleção de trabalhos de interesse.

Em ambas as plataformas, realizamos a busca por produções acadêmicas publicadas entre 2013 e 2023 que contivessem simultaneamente os termos “Ensino de Química”; “Arco de Magueréz”; e “Metodologia da Problematização”. No campo de busca da plataforma Google Acadêmico, realizamos busca pelos termos entre aspas, separados por vírgulas: “Ensino de

Química”, “Arco de Maguerez”, “Metodologia da Problematização”. Desta forma, procuramos restringir a busca às produções que contivessem estas expressões em específico.

Na plataforma do Banco Nacional de Teses e Dissertações, utilizamos a ferramenta de busca avançada, listando nos campos de busca os termos “Ensino de Química”; “Arco de Maguerez”; e “Metodologia da Problematização”, configurando a correspondência de busca para “todos os termos”.

Após a busca inicial, mais ampla, realizamos a seleção dos trabalhos a serem analisados. Para tanto, foi utilizado o seguinte critério de seleção: listar os termos pesquisados (“Ensino de Química”; “Arco de Maguerez”; “Metodologia da Problematização”) dentre suas palavras-chave. Os trabalhos selecionados foram divididos em duas categorias, relativas ao meio de publicação (artigos em revista ou dissertações). Uma vez selecionados e categorizados os trabalhos, os mesmos foram lidos integralmente, a fim de levantar informações sobre os problemas investigados, as estratégias utilizadas e as principais conclusões obtidas pelos autores.

2.2.3.2 Resultados do levantamento

No momento em que foi realizada, a busca na plataforma Google Acadêmico, conforme os critérios já descritos, deu origem a uma amostra de 90 trabalhos acadêmicos, entre artigos, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e capítulos de livro. Desta amostra, somente cinco trabalhos atendiam aos critérios de seleção previamente definidos.

Já a busca realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações deu origem a 12 dissertações, dentre as quais duas atendiam aos critérios de seleção. Uma delas já havia sido selecionada através da plataforma Google Acadêmico; dessa forma, chegamos a um total de seis publicações selecionadas. Contudo, no processo de revisão de literatura para nossa pesquisa de mestrado, encontramos outras publicações relevantes que não atendiam a tais critérios de seleção. Uma delas é o trabalho de Cavassani, Andrade e Marques (2023), que à época da busca, em 2022, estava a ser publicada na Revista Química Nova na Escola (no prelo)². Este artigo, embora não inclua em suas palavras-chave os termos adotados nos critérios de seleção, foi incluído em nossa análise devido à sua relevância para o campo de estudo.

Outros trabalhos considerados relevantes, mas que não atendiam aos critérios de seleção (e por isso não serão aqui analisados), incluem as publicações de Santos e Riehl (2021), Oliveira, Marques e Admiral (2020), Gomes e colaboradores (2017) e Silva Júnior e colaboradores

² A publicação foi encontrada, ainda a ser publicada, nas buscas realizadas à plataforma Google Acadêmico.

(2014). Estes trabalhos apresentam estratégias de ensino voltadas ao ensino superior ou ao ensino transdisciplinar, mas também oferecem contribuições interessantes para o tema de estudo.

Conforme descrito anteriormente, os sete trabalhos selecionados foram divididos em três categorias, relativas tipo de publicação: artigos em revistas, publicações em eventos e dissertações. O Quadro 2 ilustra a distribuição das publicações encontrados por categoria.

Quadro 2 - Publicações selecionadas após a busca

Categoria	Publicações
Artigos publicados em revistas	Estudo de casos: uma realidade operacional aplicada ao ensino de química num curso de formação de oficiais bombeiros (PEREIRA; MESSEDER, 2017)
	Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no ensino de química (ANDRADE; SIMÕES, 2018)
	O uso da metodologia da problematização com o Arco de Maguerz para o ensino de química (MONTEIRO; MARCELINO, 2018).
	Problematização a partir do Arco de Maguerz: produção de café como tema gerador no ensino de química (SANTOS et al., 2022)
	O Arco de Maguerz como Oportunidade para a Aprendizagem Problematizadora e Ativa no Ensino de Química (CAVASSANI, ANDRADE; MARQUES, 2023)
Dissertações	Aplicação da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz para a Aprendizagem Significativa de Química (KIMURA, 2020)
	Desenvolvimento e avaliação da Metodologia da Problematização na formação de estudantes do ensino superior (TAGLIARI, 2020)

Fonte: Autora, 2024.

Conforme se observa no Quadro 2, das sete publicações selecionadas, cinco constituem artigos em revista e duas consistem em dissertações de mestrado. A seguir, são apresentados e discutidos os principais referenciais adotados e os problemas de estudo investigados, bem como as estratégias utilizadas na aplicação do método e as principais conclusões obtidas a partir de cada uma das pesquisas.

2.2.3.2.1 Trabalhos publicados em revista

Dentre os artigos publicados em revista, a primeira publicação, de Pereira e Messeder (2017), intitula-se “Estudo de casos: uma realidade operacional aplicada ao ensino de química num curso de formação de oficiais bombeiros”. Este artigo, publicado na Revista Ciências & Ideias, apresenta a aplicação de uma série de estudos de caso em conjunto com a Metodologia da Problematização na formação de oficiais bombeiros.

Os pesquisadores citam como referencial teórico sobre a Metodologia da Problematização autores como Berbel (1999, 2012, 2014a) e Bordenave e Pereira (1982), nomes de referência nesta área. No entanto, apesar de o trabalho conter dentre suas palavras-chave o termo “Metodologia da Problematização” e dedicar-se a apresentar esta metodologia, o artigo analisa, em especial, o papel dos estudos de caso na formação dos oficiais. Sendo assim, não são apresentadas contribuições relevantes acerca do uso da Metodologia da Problematização na abordagem empregada.

No artigo “Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química”, publicado na Revista *Thema*, Andrade e Simões (2018) apresentam e analisam a aplicação do Arco de Maguerez em aulas de química no ensino médio a partir da temática das drogas. Assim como no artigo anterior, Berbel (1995, 1998b, 2014b) e Bordenave e Pereira (1982) são citados neste trabalho como referenciais teóricos relativos à Metodologia da Problematização. Além disso, Andrade e Simões (2018) comentam a relevância desta metodologia em relação às diretrizes educacionais no Brasil, que apontam para a importância da contextualização no ensino.

A pesquisa relatada, realizada na cidade de Vieirópolis, na Paraíba, foi conduzida em uma turma de terceiro ano do ensino médio. A problemática das drogas foi escolhida previamente pelos pesquisadores e apresentada à turma na etapa de Observação da Realidade, que consistiu na aplicação de um questionário prévio relativo ao tema e aos conceitos químicos a ele relacionados (ANDRADE; SIMÕES, 2018).

Por sua vez, a identificação dos Pontos-Chave se deu através da análise dos questionários pela própria professora. A partir desta análise, a professora conduziu discussões em sala, de modo que os estudantes pudessem identificar os pontos a serem melhor investigados. Uma vez definidos estes pontos, deu-se início à etapa de Teorização, na qual os alunos realizaram pesquisas, assistiram a documentários, analisaram situações-problema e apresentaram suas conclusões aos pares (ANDRADE; SIMÕES, 2018).

Em seguida, na etapa das Hipóteses de Solução, os alunos foram convidados a propor ideias e sugestões para promover maior conscientização sobre drogas na escola. A sugestão escolhida foi a realização de um júri simulado sobre o tema, que foi colocado em prática na etapa de Aplicação à Realidade com toda a comunidade escolar (ANDRADE; SIMÕES, 2018).

Ao longo da realização das etapas, Andrade e Simões (2018) relatam que os estudantes foram capazes de tecer diversas relações entre o problema investigado e suas próprias vivências, especialmente no que tange ao problema do alcoolismo. Nas conclusões do artigo, os autores

evidenciam as vantagens e desvantagens da aplicação do método: dentre as suas vantagens, destacam a apresentação de uma metodologia diferenciada, capaz de demonstrar a relação da química com os temas sociais vivenciados pelos alunos; dentre as suas limitações, relatam o tempo reduzido para desenvolver a atividade com qualidade.

O artigo “O uso da metodologia da problematização com o Arco de Maguerz para o ensino de química”, publicado por Monteiro e Marcelino (2018) na Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, apresenta uma sequência didática pautada no método do Arco de Maguerz para abordagem do conteúdo de funções orgânicas nitrogenadas. Nesta publicação, os autores citam os trabalhos de Berbel (1998a, 2012), Colombo e Berbel (2007) e Domingues (2012) como referenciais relativos à Metodologia da Problematização, apresentando um breve panorama sobre o método.

A partir da pesquisa realizada, conduzida em uma turma de terceiro ano de ensino médio na cidade de Campos dos Goytacazes (RJ), os pesquisadores concluíram que um dos conteúdos considerados mais “difíceis de aprender” pelos alunos participantes foram os de identificação e nomenclatura de funções nitrogenadas. Segundo os autores, a falta de conexão entre os conteúdos aprendidos em sala de aula e o cotidiano dos alunos é um fator determinante para esta dificuldade. Diante disso, Monteiro e Marcelino (2018) apresentam uma proposta baseada no método do Arco de Maguerz para trabalhar o conteúdo de funções nitrogenadas em aulas de química.

A problemática da depressão foi escolhida pelos pesquisadores por conta de sua relevância social e de sua relação com o conteúdo a ser estudado. Sendo assim, os autores propõem que o problema da depressão seja apresentado e discutido com os estudantes ao longo da Observação da Realidade, através da apresentação de notícias e vídeos sobre o tema. Sugere-se que, com isso, os alunos possam discutir sobre este problema, apresentando suas vivências e seus conhecimentos a respeito do mesmo (MONTEIRO; MARCELINO, 2018).

Para a definição dos Pontos-Chave, os autores propõem a elaboração de pequenos textos pelos alunos, nos quais possam destacar aspectos importantes sobre o tema. Em seguida, para a etapa da Teorização, sugere-se que o professor apresente alguns conceitos em sala de aula, além da realização de pesquisas pelos próprios alunos. Já para o levantamento das Hipóteses de Solução, os autores propõem que os estudantes discutam as principais causas de depressão no ambiente escolar, elencando meios de superá-las. Por fim, para a etapa de Aplicação à Realidade, sugere-se que o professor organize com os alunos uma palestra sobre o tema da depressão na escola (MONTEIRO; MARCELINO, 2018).

Os autores concluem que a proposta, apesar de não ter sido colocada em prática, apresenta uma possibilidade interessante para contextualizar o tema de funções nitrogenadas e sensibilizar os alunos sobre a problemática da depressão. No entanto, apesar da riqueza da sequência didática proposta, consideramos que haveria maior fidelidade ao Arco de Magueres se a etapa de Aplicação à Realidade fosse deixada em aberto, de maneira a ser construída coletivamente em sala de aula, a partir das sugestões dos alunos.

O artigo seguinte, “Problematização a partir do Arco de Magueres: produção de café como tema gerador no ensino de química” (SANTOS et al., 2022), publicado na Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, relata a aplicação do Método do Arco de Magueres em uma turma de ensino médio, tendo como problema de investigação a produção de café.

Santos e colaboradores (2022) utilizam como referencial trabalhos de Berbel (1995, 1998a), Berbel e Gamboa (2011) e Colombo e Berbel (2007), articulando este método com a abordagem dos temas geradores de Paulo Freire e com as orientações da nova Base Nacional Comum Curricular. A pesquisa apresentada foi realizada em uma turma de 3º ano do ensino médio na cidade de Rio Novo do Sul (ES). Por se tratar de uma região produtora de café, os pesquisadores optaram por explorar com os estudantes as problemáticas relativas ao cultivo e ao beneficiamento deste grão (SANTOS et al., 2022).

Na etapa de Observação da Realidade, foi aplicado um questionário diagnóstico a respeito do tema e dos conceitos químicos a ele relacionados. Além disso, os estudantes assistiram vídeos e palestras a respeito da produção de café e visitaram lavouras locais. Neste processo, os alunos identificaram alguns problemas ambientais relacionados ao cultivo de café, registrando-os em diários de bordo (SANTOS et al., 2022).

Na identificação dos Pontos-Chave, os estudantes se dividiram em grupos para pesquisar sobre os problemas encontrados, identificando as principais questões a serem investigadas. Já na Teorização, os grupos pesquisaram mais profundamente as questões identificadas, revisando alguns conceitos científicos relacionados à problematização em curso. Tais pesquisas foram conduzidas no laboratório de informática da escola (SANTOS et al., 2022).

Na etapa das Hipóteses de Solução, os alunos produziram vídeos para apresentar as situações-problema que haviam escolhido e as sugestões que elaboraram para solucioná-las. Além disso, a turma recebeu a visita de um engenheiro agrônomo, com quem puderam discutir os problemas encontrados e as soluções propostas (SANTOS et al., 2022).

Por fim, as sugestões escolhidas foram colocadas em prática na quinta e última etapa do Arco, a Aplicação à Realidade, através da realização de uma Feira de Ciências. Na feira, os

estudantes apresentaram suas propostas à comunidade local, incluindo os produtores de café. Ao fim do processo, os autores concluem que a abordagem utilizada gerou maior engajamento dos estudantes, que participaram das aulas como verdadeiros pesquisadores. De acordo com os autores,

os dados mostraram uma receptividade diferenciada por parte dos educandos, pois ao saberem que o projeto abordaria um tema do convívio, os educandos começaram a desenvolver um interesse maior em conhecer a Química não apenas como uma disciplina, mas como Ciência que pode mudar sua realidade social (SANTOS et al., 2022, p. 265).

O artigo mais recente, por sua vez, intitula-se “O Arco de Magueres como Oportunidade para a Aprendizagem Problematizadora e Ativa no Ensino de Química” (CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023). O artigo foi publicado na revista Química Nova na Escola e relata a aplicação do Método do Arco de Magueres em turmas de curso técnico em química, a partir de problemáticas relativas ao solo.

O artigo traz uma rica fundamentação sobre o Método do Arco de Magueres, baseada, principalmente, nos trabalhos de Berbel (1998a, 2012b, 2016) e Colombo e Berbel (2007). A aplicação da metodologia se deu em duas turmas do curso técnico em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) (CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023). A fim de organizar a aplicação da metodologia, os autores dividiram o método em quatro etapas, descritas a seguir.

Na primeira etapa, os autores realizaram a ambientação dos estudantes com a proposta do Método do Arco de Magueres, apresentando a metodologia que seria adotada nas aulas seguintes e dando a oportunidade de os alunos tirarem dúvidas e discutirem os prazos estabelecidos. Na segunda etapa, realizada na aula seguinte, deu-se início à Observação da Realidade. Para tanto, foram exibidos um documentário e uma reportagem sobre a importância e o uso do solo no Brasil (CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023).

De acordo com os autores, os vídeos exibidos colaboraram muito positivamente para a contextualização do tema, fazendo com que os estudantes levantassem problemáticas como o uso de agrotóxicos nos alimentos, os custos e a disponibilidade de alimentos orgânicos e as queimadas pré-colheita (CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023). As possíveis causas desses problemas foram discutidas coletivamente e sistematizadas pelo professor em uma nuvem de palavras, que constituiu a elaboração dos Pontos-Chave.

A terceira etapa, por sua vez, voltou-se para a “compreensão científica dos problemas”, constituindo o momento da Teorização. Para tanto, os estudantes realizaram pesquisas livres no

laboratório de informática da escola, registrando as discussões, as dúvidas e as informações obtidas no processo em um portfólio, que serviu de instrumento avaliativo. A etapa de Hipóteses de Solução ocorreu também nesta etapa, de forma simultânea à Teorização, na medida em que os estudantes reavaliavam e aprimoravam suas propostas de solução (CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023).

Os autores ressaltam que a busca ativa no laboratório de informática, sob a orientação do professor, promoveu a oportunidade de conscientizar os alunos sobre o uso adequado das fontes de informação presentes na internet, que constitui o seu principal meio de pesquisa (CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023). Para tanto, o professor destacou a importância de escolher fontes confiáveis e atentar-se para as questões autorais envolvidas na busca, evitando o plágio.

Por fim, foi executada a quarta e última etapa, que consistiu na Aplicação à Realidade. Conforme os autores, “os resultados do processo de pesquisa realizado, das discussões e a reformulação dos próprios saberes nas etapas anteriores subsidiaram a produção e exposição de material impresso e cartazes de divulgação” (CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023, p. 4). O material produzido foi exibido e discutido com a comunidade escolar.

Ao final da proposta, os autores concluíram que a aplicação do Arco de Maguerez em sala de aula incentivou a leitura crítica dos estudantes sobre sua realidade e promoveu maior engajamento dos alunos no processo de aprendizagem. Por sua vez, as avaliações dos alunos sobre a proposta demonstram posições diversas: alguns consideraram-na positiva na medida em que promoveu a pesquisa autônoma e a construção do próprio conhecimento; enquanto outros apontaram que a metodologia expositiva teria sido mais útil para a sistematização do conhecimento (CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023).

2.2.3.2.2 Dissertações

As duas dissertações selecionadas foram elaboradas em programas de Mestrado Profissional.

A dissertação intitulada “Desenvolvimento e avaliação da Metodologia da Problemática na formação de estudantes do ensino superior” (TAGLIARI, 2020) foi produzida no contexto do Mestrado Profissional em Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Em sua dissertação, a autora apresenta e discute a aplicação do Método do Arco de Maguerez em uma disciplina optativa do curso de bacharelado em química.

Em seu referencial teórico sobre o Arco de Maguerez, Tagliari (2020) traz citações de Berbel (1995, 1998a, 2011) e Colombo e Berbel (2007), autoras relevantes na área. A pesquisa teve como público-alvo estudantes de ensino superior, do curso de bacharelado em química, no contexto da disciplina de Sistemas Poliméricos. Ao contrário das propostas já apresentadas, na estratégia proposta por Tagliari a condução das etapas do Arco de Maguerez foi realizada pelos próprios estudantes, através da realização de um projeto paralelo. Para tanto, os alunos foram apresentados à metodologia, ficando responsáveis por escolher e apresentar, ao fim do primeiro mês do curso, os problemas definidos e as etapas a serem percorridas por eles até o fim do semestre (TAGLIARI, 2020).

No texto da dissertação, são apresentados os problemas e os procedimentos experimentais propostos pelos estudantes (TAGLIARI, 2020). Por se tratar da disciplina de Sistemas Poliméricos, os problemas definidos tiveram relação com o uso de materiais poliméricos. Não são fornecidos detalhes acerca das estratégias adotadas pelos estudantes na realização das demais etapas do Arco.

Uma vez apresentados e aprovados os projetos, os estudantes colocaram em prática o que foi apresentado, realizando pesquisas e análises laboratoriais. Ao longo das aulas, contavam com sessões de mediação junto aos professores, em que poderiam tirar eventuais dúvidas sobre o processo. Concluídos os projetos, os estudantes apresentaram seus resultados na forma de um seminário e de um mini simpósio, com exibição de pôsteres (TAGLIARI, 2020).

Nos resultados e conclusões apresentados, Tagliari (2020) salienta que o uso da metodologia permitiu que os estudantes desenvolvessem os conhecimentos teóricos esperados e promoveu o desenvolvimento de diversas habilidades, como autonomia, resolução de problemas e trabalho em equipe. Ainda assim, conforme relatado pela autora, alguns alunos criticaram o volume de tempo extraclasse demandado pelo projeto e a falta de orientações mais diretas por parte dos professores.

Nesse sentido, utilizar o próprio tempo de aula para conduzir o método, acompanhando os estudantes de forma mais próxima e direta, pode se constituir em uma perspectiva mais interessante ao se trabalhar com estudantes que não estão familiarizados com metodologias ativas de ensino.

A dissertação de Kimura (2020), por sua vez, foi produzida a partir de sua pesquisa no programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul. Em sua pesquisa, o autor aplicou a Metodologia da Problematização em aulas do

curso de graduação em química, com o objetivo de promover a aprendizagem significativa do tema Separação de Misturas.

Assim como nos trabalhos anteriores, Kimura (2020) apresenta em seu referencial teórico trabalhos de Colombo e Berbel (2007) e Berbel (1999, 2012b). Sua metodologia foi aplicada em 26 estudantes de graduação do curso de Química, na disciplina de Laboratório de Química Inorgânica. De início, o autor descreve a aplicação de um questionário prévio para avaliar os conhecimentos já trazidos pelos estudantes.

Já na aplicação do Arco, a Problematização se deu a partir da apresentação do problema a ser investigado pelos estudantes: a separação de uma mistura de água, areia, sulfato de cobre e etanol. Para tanto, os estudantes receberam um Erlenmeyer contendo a mistura citada, sem que fosse informado o conteúdo. Na etapa seguinte, a definição dos Pontos-Chave, os alunos discutiram, junto ao professor, sobre os possíveis componentes da mistura apresentada (KIMURA, 2020).

Uma vez revelados os componentes da mistura, o pesquisador orientou a realização das etapas seguintes, que foram conduzidas de forma remota. Para a Teorização, os alunos receberam indicações de livros e materiais de apoio para que pudessem estudar os métodos de separação de misturas que poderiam ser utilizados. Após esse estudo, os alunos enviaram, por e-mail, uma proposta de procedimento a ser executado no laboratório, a fim de separar a mistura apresentada – o que consistiu na etapa de Hipóteses de Solução (KIMURA, 2020).

De volta ao laboratório, os estudantes realizaram a etapa de Aplicação à Realidade, colocando em prática os procedimentos que haviam sugerido. Na dissertação, são listados alguns exemplos de hipóteses enviadas pelos alunos (KIMURA, 2020).

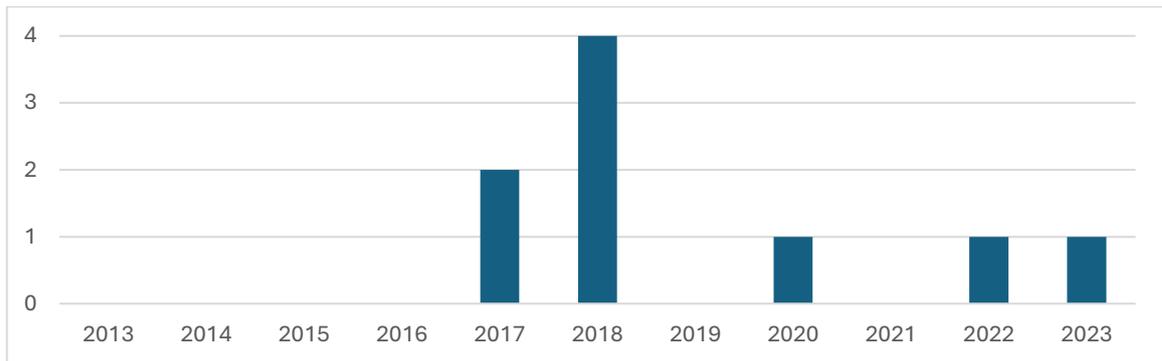
Em sua pesquisa, Kimura (2020) ainda buscou avaliar se houve aprendizagem significativa dos conteúdos trabalhados e qual a opinião dos alunos a respeito da metodologia adotada. A partir de seus resultados, o autor conclui que parte dos conceitos trabalhados foi apreendido significativamente. Além disso, a Metodologia da Problematização foi bem recebida por todos os estudantes, que consideraram que a mesma os auxiliou na aquisição de conhecimentos.

2.2.3.2.3 Uma breve análise sobre o uso do método do Arco de Maguerez no ensino de química

Nesta seção, são apresentadas algumas considerações sobre o uso do método do Arco de Maguerez no ensino de química a partir da análise dos trabalhos selecionados.

O gráfico representado na Figura 4 ilustra o número de artigos publicados, por ano, ao longo do período pesquisado (2013 a 2023). Como é possível observar no gráfico, não foi encontrada nenhuma publicação sobre o tema entre os anos de 2012 e 2016: a publicação mais antiga, dentre as selecionadas, é datada de 2018. Com isso, concluímos que, apesar do Método do Arco de Maguerz estar sendo discutido pela Professora Dra. Neusi Berbel há algumas décadas, sua introdução no campo do Ensino de Química ainda é um acontecimento recente.

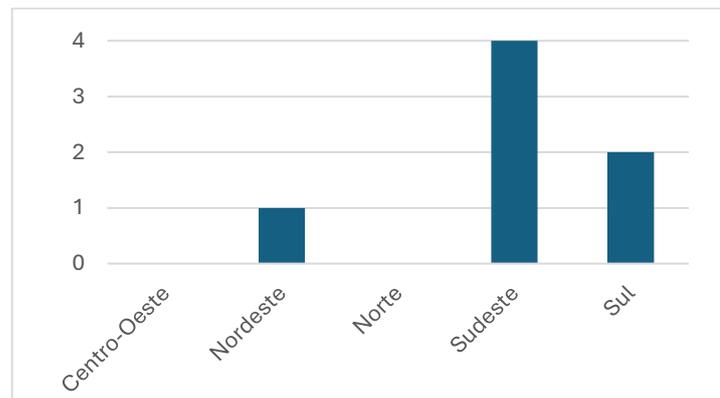
Figura 4 - Evolução das publicações ao longo do tempo, entre 2013 a 2023



Fonte: Autora, 2024.

Além disso, as informações dos autores presentes nos trabalhos demonstram que as pesquisas realizadas se concentram principalmente nas regiões Nordeste, Sul e, em especial, na região Sudeste, onde há maior volume de publicações. O gráfico presente na Figura 5 ilustra essa distribuição. Por outro lado, observa-se que, nas regiões Norte e Centro-Oeste, ainda não foi publicada nenhuma pesquisa ou relato sobre o uso da metodologia. Diante disso, reforçamos a importância deste método ser mais divulgado e explorado em diferentes regiões do país, uma vez que sua abordagem deve ser adaptada à realidade de cada local.

Figura 5 - Distribuição de trabalhos por região



Fonte: Autora, 2024.

Em relação às estratégias de ensino adotadas na execução do Arco, foram encontradas uma série de possibilidades para inseri-las em sala de aula. De maneira geral, a etapa de Observação da Realidade é realizada com grande orientação por parte do docente. Na maior parte dos trabalhos, a situação a ser problematizada é definida previamente pelo professor pesquisador, e, posteriormente, é apresentada para discussão em sala de aula. Somente no trabalho de Tagliari (2020) é proposto que os estudantes identifiquem e desenvolvam os problemas sozinhos, de maneira paralela às aulas, apresentando-os à turma na forma de seminário.

Vale ressaltar, no entanto, que a metodologia do Arco de Maguerez foi aplicada por Tagliari (2020) em uma turma de graduação, na qual os estudantes possuem maior maturidade e autonomia para definirem, sem o auxílio direto do professor, os problemas a serem estudados. Ainda assim, seus resultados demonstram que uma parte dos estudantes criticou a falta de uma orientação mais próxima ao longo do processo. Com isso, constatamos que a mediação do professor na etapa de Observação da Realidade é fundamental.

Algumas estratégias adotadas na Observação da Realidade incluem a exibição de vídeos sobre a situação-problema e a aplicação de questionários prévios (ANDRADE; SIMÕES, 2018; MONTEIRO; MARCELINO, 2018; SANTOS et al., 2022). Outras metodologias incluem a exibição de notícias sobre o problema a ser explorado (MONTEIRO; MARCELINO, 2018; CAVASSANI, ANDRADE; MARQUES, 2023), a realização de visitas técnicas ao local do problema (SANTOS et al., 2022) e a organização de palestras com autoridades no tema (SANTOS et al., 2022).

No trabalho de Kimura (2020), no entanto, o problema a ser explorado é definido previamente pelo professor, na forma de uma mistura a ser separada pelos estudantes. No caso deste relato, não houve qualquer participação dos estudantes na definição do problema. É importante destacar que, neste caso, a metodologia apresentada foge à proposta original do Arco de Maguerez, que tem por objetivo promover nos estudantes a capacidade de problematização. Conforme Colombo e Berbel (2007, p. 132), “se o trabalho tem origem numa disciplina em que o professor define a unidade de ensino, o foco maior estará decidido pelo professor, mas não o objeto específico, que resultará da problematização do foco pelo grupo”.

Ao longo da condução do Arco, Kimura (2020) propõe que os estudantes respondam questões elaboradas pelo professor acerca do procedimento, em relação aos componentes da mistura e como separá-los. Apesar de trazer em si características de uma metodologia ativa, a proposta apresentada foge, novamente, à ideia do Arco de Maguerez, se aproximando do

método do estudo de caso. Vale ressaltar que o principal objetivo do Método do Arco de Marguerz é fazer com que os estudantes observem, problematizem e transformem a realidade, de maneira a desenvolver a sua criticidade (COLOMBO; BERBEL, 2007).

Nos demais trabalhos, a condução do Arco se dá por meio de pesquisas realizadas pelos estudantes, em sites de busca e em bibliotecas, especialmente na etapa de Teorização. Alguns autores propõem que esta pesquisa seja realizada durante a aula, sob a orientação do professor (SANTOS et al., 2022; CAVASSANI, ANDRADE; MARQUES, 2023), enquanto outros sugerem que as pesquisas sejam realizadas à parte, de maneira assíncrona (ANDRADE; SIMÕES, 2018; MONTEIRO; MARCELINO, 2018; KIMURA, 2020).

No entanto, por mais que nem sempre seja possível promover este espaço de pesquisa no próprio contexto escolar, Cavassani, Andrade e Marques (2023) destacam que a orientação do professor ao longo do processo permite trabalhar com os estudantes aspectos importantes a serem considerados na pesquisa, tal como a escolha de fontes confiáveis. Além disso, os resultados dos trabalhos selecionados demonstram que a realização de pesquisas assíncronas traz consigo alguns obstáculos, como o não cumprimento das atividades propostas (ANDRADE; SIMÕES, 2018) e a falta de orientação do professor ao longo do processo, que foi criticado pelos estudantes (TAGLIARI, 2020).

Uma vez concluídas as pesquisas, a turma parte para a etapa das Hipóteses de Solução. Neste momento, os estudantes se utilizam de todo o conhecimento adquirido na etapa da Teorização para propor soluções para o problema levantado. As hipóteses podem ser discutidas tanto em sala de aula, de forma síncrona (ANDRADE; SIMÕES, 2018; MONTEIRO; MARCELINO, 2018; CAVASSANI, ANDRADE; MARQUES, 2023), quanto de forma assíncrona. Neste último caso, podem ser elaborados vídeos (SANTOS et al., 2022) e projetos (TAGLIARI, 2020) a fim de apresentar à turma as hipóteses elaboradas.

Por fim, para que o Arco seja concluído, os estudantes devem pôr em prática suas hipóteses na Aplicação à Realidade. Parte dos trabalhos selecionados propõe a realização de atividades de conscientização com a comunidade escolar, como a realização de um júri simulado sobre drogas (ANDRADE; SIMÕES, 2018) e de uma palestra sobre depressão (MONTEIRO; MARCELINO, 2018). Santos e colaboradores (2022), assim como Cavassani, Andrade e Marques (2023), realizaram feiras de ciências e exposições para apresentar à comunidade as soluções encontradas pelos estudantes.

À exceção do artigo de Pereira e Messeder (2017), todos os trabalhos selecionados relatam ou propõem alguma ação de Aplicação à Realidade. Isto é essencial para o fechamento

do Arco, uma vez que, segundo Berbel (1998, p.152), “(...) alguma intervenção deve ocorrer ou então não será a Metodologia da Problematização, com os passos do Arco de Charles Maguerez”.

Ainda assim, é importante atentar-se para o aspecto social que perpassa a Metodologia da Problematização. Conforme reforçado por Colombo e Berbel (2007), o método do Arco de Maguerez tem como objetivo problematizar e propor soluções para as questões vivenciadas pela comunidade. Os artigos de Andrade e Simões (2018), Monteiro e Marcelino (2018), Santos e colaboradores (2022) e Cavassani, Andrade e Marques (2023), por exemplo, apresentam verdadeiras reflexões e contribuições sobre os problemas locais, incluindo ações de conscientização.

Conforme destacam Cavassani, Andrade e Marques (2023), por mais que a simples discussão de soluções com a comunidade não transforme de imediato as problemáticas locais, ela promove a transformação dos indivíduos envolvidos, que passam a ter um novo olhar sobre os problemas que os cercam: “São essas alterações temporalmente alongadas e sempre processuais dos sujeitos (...) que contemplam o potencial transformador dos sujeitos e da realidade, materializando na ação cidadã da coletividade” (CAVASSANI, ANDRADE; MARQUES, 2023, p. 8).

Os trabalhos de Kimura (2020) e Tagliari (2020), por outro lado, concentram-se em promover hipóteses e aplicações experimentais, sem maior envolvimento da comunidade. Kimura (2020) propõe aos alunos a separação de uma mistura complexa, enquanto Tagliari (2020) propõe que os estudantes realizem testes experimentais para avaliar suas hipóteses. Em ambos os casos, o Método do Arco pode vir a perder uma de suas principais contribuições para o processo educacional – que é promover no estudante um olhar crítico para o mundo, de maneira com que ele possa problematizá-lo e, principalmente, transformá-lo (BERBEL, 1998).

2.2.3.3 Uma síntese do Estado do Conhecimento realizado

Os resultados obtidos nesta revisão de literatura reforçam o quanto a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez tem sido pouco explorada no ensino de química. No período de 2013 a 2023, somente sete publicações atendiam aos critérios de busca estabelecidos, sendo cinco artigos e duas dissertações.

A partir da análise destes trabalhos, concluímos que o Método do Arco de Maguerez tem o potencial de promover o engajamento do aluno no processo de aprendizagem, uma vez

que permite contextualizar os conteúdos estudados em sua própria realidade. Além disso, enquanto metodologia ativa, o método promove maior autonomia do aluno na construção do conhecimento, capacitando-o para explorar adequadamente diversas fontes de informação.

Os resultados apresentados nos artigos ressaltam também a importância da orientação do professor ao longo do processo, mediando as trocas e auxiliando os estudantes a percorrerem as etapas da metodologia. A adoção de uma postura ativa pelo estudante causa, de modo geral, um certo estranhamento – e sem o devido auxílio do professor a rejeição à nova proposta pode ser ainda maior. Por isso, apresentar e discutir a nova metodologia com os estudantes, estando sempre presente para orientá-los, é de extrema importância para que eles tenham um engajamento positivo na abordagem.

Por fim, os resultados desta revisão de literatura demonstram que nem sempre os pressupostos desta metodologia têm sido aplicados adequadamente em aulas de química. Alguns trabalhos, por exemplo, apresentam problemáticas previamente definidas aos estudantes, sem incluí-los na observação e elaboração do problema. Com isso, reafirmamos a necessidade de tecer maiores orientações para a aplicação adequada do Método do Arco de Maguerez em aulas de química, a fim de que seja possível explorar todo o seu potencial crítico e transformador.

Reconhece-se o limite deste estudo em virtude do número de bases de dados eletrônicas visitadas (apenas duas) e de só terem sido escolhidas produções em língua portuguesa. Nesse ponto, sugere-se a realização de estudos semelhantes que recorram a produções disponíveis em outras línguas e em diferentes bases de dados, como por exemplo Scielo, Periódicos da Capes, Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, dentre outras.

Além disso, desde que o levantamento foi realizado foram divulgados novos trabalhos relacionados a temática estudada, como a dissertação de Rosa (2023). Além disso, os critérios de exclusão utilizados para delimitar a pesquisa deixaram de fora alguns artigos relevantes para a área, como os de Santos e Riehl (2021) e Oliveira, Marques e Admiral (2020). Portanto, novas pesquisas podem avaliar a contribuição destes trabalhos, colaborando para uma compreensão mais profunda do uso do Arco de Maguerez no ensino de química.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O foco principal da nossa pesquisa foi responder à seguinte pergunta: quais são as possibilidades didático-pedagógicas de uma oficina sobre a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez na formação de professores de química? Para atender a tal objetivo, optamos por conduzir a uma investigação de caráter qualitativo, de modo a compreender mais profundamente a perspectiva dos participantes sobre o Arco de Maguerez e sobre a oficina proposta. De acordo com Dourado e Ribeiro (2023, p. 16), a pesquisa qualitativa se diferencia justamente por se preocupar não com a “(...) representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão da situação de pesquisa escolhida”.

A abordagem adotada para conduzir esta pesquisa foi a observação participante, que, segundo Marconi e Lakatos (2003), caracteriza-se como uma estratégia de observação realizada por meio da participação real do pesquisador junto ao grupo investigado.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, elaboramos uma oficina sobre a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez e a aplicamos junto a estudantes de Licenciatura em Química do IFRJ, Campus Nilópolis. As estratégias utilizadas para a coletar os dados relativos a esta aplicação foram o registro das falas dos participantes e as anotações em diário de bordo, que documentaram as observações sobre o desenvolvimento da aplicação. Além disso, também foi realizada a aplicação de questionário de avaliação, contendo perguntas abertas e fechadas a respeito da experiência realizada. A análise dos dados, por sua vez, ocorreu por meio da técnica da Análise Textual Discursiva (ATD). A seguir, serão detalhadas as etapas que foram conduzidas ao longo do desenvolvimento desta pesquisa.

3.2 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA OFICINA

Em sua fase inicial, nossa pesquisa envolveu o processo de revisão da literatura disponível sobre o Arco de Maguerez e sua aplicação em aulas de química. A partir deste processo de investigação, desenvolvemos uma oficina teórico-prática sobre a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez tendo, como público-alvo, estudantes de licenciatura em química. A oficina proposta foi dividida em cinco momentos, cada um com uma hora de duração. O Quadro 3 resume os temas abordados em cada um destes momentos. O processo de

elaboração da oficina está descrito em maiores detalhes do item 4.1 do capítulo de Resultados e Discussão.

Quadro 3 - Temas abordados em cada aula da oficina

Aula	Temas abordados
Aula 1: Conhecendo o Arco de Maguerz	Apresentação e aspectos gerais sobre a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz
Aula 2: Definindo um problema	A etapa da Observação da Realidade
Aula 3: Estudando o problema	As etapas de Pontos-Chave e Teorização
Aula 4: Solucionando o problema	As etapas de Hipóteses de Solução e Aplicação à Realidade
Aula 5: Encerramento	Avaliação dos alunos e da oficina proposta

Fonte: Autora, 2024.

A oficina foi ministrada, no primeiro semestre letivo de 2024, aos estudantes da disciplina “Química em Sala de Aula III” do curso de Licenciatura em Química do IFRJ, campus Nilópolis. A ementa desta disciplina contempla em seus conteúdos algumas metodologias ativas de ensino (IFRJ, 2019). Sendo assim, como a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz se insere no contexto das metodologias ativas, a realização da oficina em sala de aula foi adotada como parte do cumprimento de sua ementa.

Os participantes da pesquisa incluíram 10 estudantes do curso de Licenciatura em Química do IFRJ, campus Nilópolis, todos cursando entre o 7º e o 10º período do curso. Antes da realização das atividades de pesquisa, todos concordaram com os procedimentos éticos necessários através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível no Apêndice I. Além disso, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Fluminense (CEP-UFF), tendo sido aprovado sob o parecer 6.999.117. Recebemos também a autorização da Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do IFRJ para a realização da oficina, conforme consta no Apêndice II.

3.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados obtidos ao longo da aplicação da oficina foram coletados por meio da estratégia de observação participante. As falas dos estudantes ao longo da oficina foram registradas através de gravações realizadas por meio de dispositivo móvel (smartphone) e de anotações realizadas pela professora-pesquisadora durante dos encontros. Além disso, as propostas de

construção do Arco apresentadas pelos participantes no encerramento da oficina foram compartilhadas conosco por e-mail em contribuição à pesquisa.

Uma vez coletados, os comentários dos alunos foram categorizados e analisados por meio da técnica de Análise Textual Discursiva (ATD), que propõe a análise dos fragmentos do discurso a partir de três etapas: a unitarização, na qual os textos são separados em unidades de significado; a categorização, em que se realiza o agrupamento de unidades de sentido semelhantes; e elaboração de metatextos analíticos, a partir da interpretação de todo o material disponível (MORAES, 2003; MORAES; GALIAZZI, 2006).

O questionário de avaliação, realizado ao final da oficina, envolveu cinco perguntas abertas e duas perguntas fechadas a respeito da opinião dos participantes sobre a oficina oferecida e sobre a Metodologia da Problematização. O questionário aplicado pode ser encontrado no Apêndice III desta dissertação. A aplicação do questionário foi realizada remotamente através da plataforma Google Forms, a fim de oferecer maior tempo e maior liberdade aos participantes para realizarem suas considerações.

A seguir, no capítulo Resultados e Discussão, serão apresentados e discutidos os dados obtidos ao longo desta pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ELABORAÇÃO DA OFICINA “ARCO DE MAGUEREZ NO ENSINO DE QUÍMICA: POSSIBILIDADES PARA UMA EDUCAÇÃO PROBLEMATIZADORA”

Conforme descrito anteriormente, a oficina “Arco de Magueréz no ensino de química” foi desenvolvida enquanto uma atividade voltada à formação inicial de professores de química. Suas aulas foram pensadas a partir de cinco encontros, nos quais seriam abordados aspectos gerais sobre o Arco de Magueréz, aprofundamentos sobre cada uma das etapas e aspectos práticos necessários para aplicar esta metodologia em aulas de química

Em cada uma das aulas, foram desenvolvidas discussões com o objetivo de contribuir na formação profissional dos licenciandos, contemplado, inclusive, a dimensão prática de sua atuação. Sendo assim, procuramos trazer uma relevante bagagem teórica sobre a metodologia estudada, através da discussão de artigos sobre o tema, mas também buscamos promover discussões e exercícios referentes à sua aplicação prática em sala de aula. Desta maneira, esperava-se exercitar a articulação entre teoria e prática, contemplando o exercício da PCC.

Como a disciplina “Química em Sala de Aula III” corresponde ao sétimo período do curso, consideramos que a maioria dos alunos já estaria participando de atividades de estágio supervisionado, o que lhes daria uma experiência mais próxima da realidade da prática docente. De todo modo, o aproveitamento das atividades não seria prejudicado caso os estudantes não estivessem estagiando - neste caso, apenas buscaríamos explorar as próprias experiências vivenciadas pelos participantes no ensino médio.

Mais adiante, no item 4.1.1 deste capítulo, serão descritos os cinco encontros desenvolvidos para a oficina, incluindo os objetivos e os materiais relativos a cada aula. Cada encontro foi concebido para ser executado em cerca de uma hora; desta maneira, como as aulas da disciplina “Química em Sala de Aula III” ocorrem uma vez por semana com duração de 2 horas, conseguimos executar toda a oficina ao longo de três semanas no mês de agosto de 2024.

As aulas desenvolvidas para a oficina compõem parte do Produto Educacional referente a esta pesquisa: um guia destinado a professores em formação inicial e em exercício, oferecendo estratégias inovadoras para a aplicação do Método do Arco de Magueréz no ensino de Química. O Produto Educacional reúne, além da oficina, uma pequena fundamentação teórica sobre o método do Arco de Magueréz, assim como orientações para sua aplicação em cursos de licenciatura. As informações sobre o produto estão descritas no capítulo 5 desta dissertação.

Ao longo das atividades propostas, procuramos destacar e esclarecer alguns pontos “mal compreendidos” na literatura disponível sobre o Arco de Magueréz – pontos estes que foram discutidos no capítulo 2.3 desta dissertação. Buscamos deixar claro, por exemplo, que o problema de estudo não deve ser apresentado pelo professor, mas desenvolvido junto aos alunos através de todo o processo de Observação da Realidade. Destacamos também que a simples execução de um experimento, sem qualquer efeito para a comunidade, não se enquadra como um processo de Aplicação à Realidade (ARGUELLO; MESSEDER, 2024).

Por fim, para avaliar o impacto da oficina e o aprendizado construído pelos alunos ao longo das aulas, propusemos para o último encontro a apresentação de propostas didáticas elaboradas pelos próprios estudantes com base no Arco de Magueréz. No item a seguir, estão detalhados os cinco momentos propostos para a realização da oficina.

4.1.1 As cinco aulas da oficina

Neste item, serão detalhadas as cinco aulas que compõem a oficina proposta, direcionada a professores de química em formação. As aulas podem ser implementadas tanto em disciplinas de graduação que incluam metodologias ativas de ensino em seus programas, quanto em contextos extracurriculares, como semanas acadêmicas e feiras. Os planejamentos referentes a cada aula podem ser consultados nos Quadros 6 a 10, reunidos no fim deste subitem.

Na primeira aula, foi realizada uma dinâmica de apresentação entre os participantes da oficina e uma apresentação geral sobre o Arco de Magueréz. Neste momento, a professora-pesquisadora, que ministrou a oficina, se apresentou, compartilhou a sua trajetória e procurou destacar a relevância da MP, que seria explorada a seguir. Além disso, os participantes também se apresentaram, compartilhando suas trajetórias de formação e seus conhecimentos prévios acerca das metodologias ativas e do Arco de Magueréz em especial.

Ainda nesta primeira aula, procuramos elaborar uma nuvem de palavras sobre os desafios do ensino de química na atualidade. Neste ponto, a professora-pesquisadora solicitou que os participantes listassem os principais desafios que observavam na atuação de um professor de química e que os mapeassem na forma de uma nuvem de palavras. Suas contribuições poderiam ser registradas na lousa ou organizadas virtualmente por meio de plataformas como o Menti-meter³.

Em nossa aplicação, optamos pela versão virtual para tornar o processo mais ágil e dinâmico. Com a nuvem de palavras pronta, procuramos discutir com os estudantes onde o Arco

³ A plataforma citada pode ser acessada em: <https://www.mentimeter.com/pt-BR>. Acesso em 10 nov. 2024.

de Magueréz se insere. Que tipo de problemas ele pode ajudar a superar? Esta discussão teve como objetivo despertar o interesse dos participantes para as discussões que viriam a seguir.

Após esta dinâmica, partimos para uma apresentação teórica sobre os principais fundamentos do Arco de Magueréz e sua relação com o ensino de química. O objetivo aqui foi trazer uma breve introdução geral sobre o Arco de Magueréz, apresentando seus principais referenciais teóricos, suas etapas e suas vantagens. Neste momento, propõe-se a utilização de uma apresentação de slides que reúna citações e esquemas que possam auxiliar na compreensão da estrutura do Arco.

Por fim, após esta introdução aos aspectos gerais do Arco de Magueréz, cada participante recebeu um dos artigos selecionados para que lesse e apresentasse as suas considerações nas aulas seguintes. Consideramos importante que haja a distribuição de diferentes artigos entre os alunos, a fim de que haja uma diversidade de leituras e informações para discussão. Em nosso caso, distribuímos os artigos aleatoriamente, de modo que os estudantes que receberam a mesma publicação se reuniram para analisá-la em conjunto.

Os artigos selecionados para esta dinâmica estão listados no Quadro 4.

Quadro 4 - Artigos para discussão

Autor, Ano	Título do Artigo	Local de publicação
ANDRADE; SIMÕES, 2018	Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química	Revista Thema
MONTEIRO; MARCELINO, 2018	O uso da Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz para o Ensino de Química	Revista De Educação, Ciências e Matemática
SANTOS et al., 2022	Problematização a partir do Arco de Magueréz: produção de café como tema gerador no Ensino de Química	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática (RBCEM)
CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2024	O Arco de Magueréz como Oportunidade para a Aprendizagem Problematizadora e Ativa no Ensino de Química	Revista Química Nova na Escola (QNEsc)

Fonte: Autora, 2024.

Estes artigos foram selecionados por serem publicações recentes que abordam aulas de química baseadas na Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz. Embora alguns apresentem falhas metodológicas na aplicação do Arco, essas falhas foram vistas como uma oportunidade para discutir a condução correta da metodologia. Para a aula seguinte, propõe-se que os alunos leiam os trechos relativos à Observação da Realidade e à definição dos Pontos-Chave.

As aulas 2, 3 e 4, por sua vez, envolveram um aprofundamento de cada uma das etapas que compõem a Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz. Na segunda aula, foram aprofundadas as etapas de Observação da Realidade e definição dos Pontos-Chave; na terceira aula, foi aprofundada a etapa da Teorização; e na quarta aula, foram aprofundadas as etapas de Hipóteses de Solução e Aplicação à Realidade.

Estas três aulas de aprofundamento foram concebidas a partir de um princípio comum de articulação entre teoria e prática. Para o estudo de cada uma das etapas, propõe-se inicialmente a leitura e discussão dos quatro artigos selecionados, a fim de que os participantes pudessem ter contato com diversas abordagens para a aplicação do Arco em aulas de química. Neste momento, os participantes foram incentivados a compartilhar as estratégias adotadas nos artigos para a execução de cada etapa e discutir a sua aplicabilidade em sala de aula.

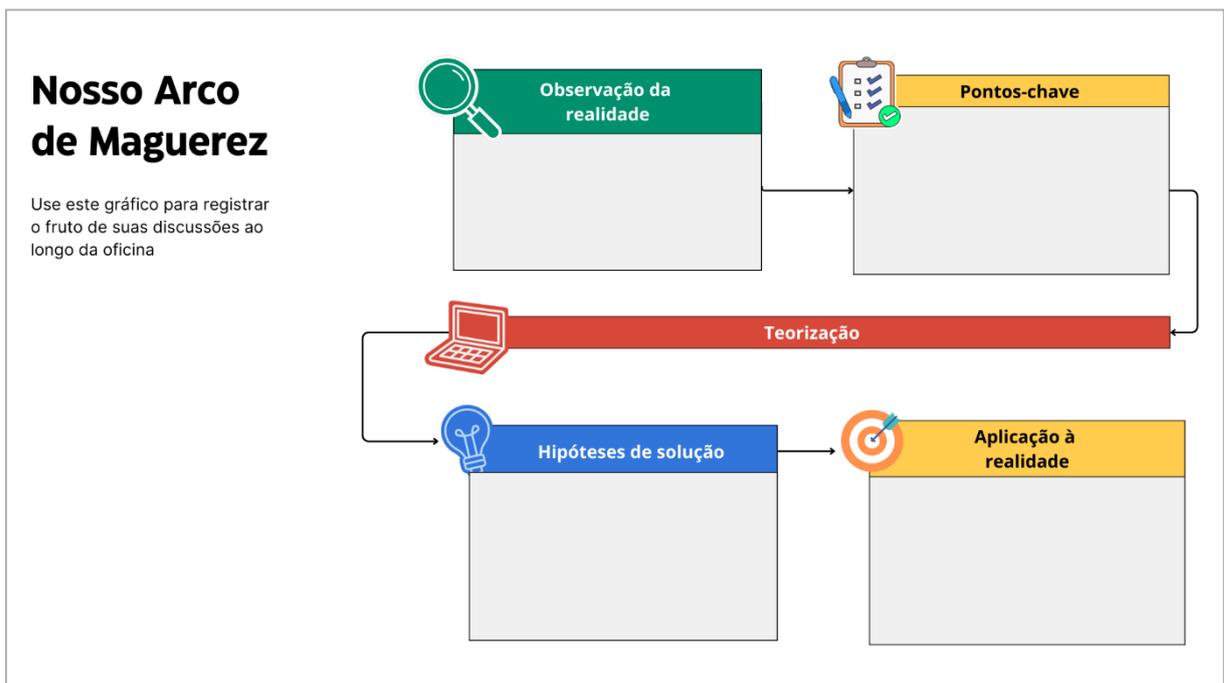
Em seguida, propõe-se que o ministrante da oficina conduza uma apresentação teórica sobre os fundamentos de cada etapa, com o apoio de uma apresentação de slides. Em nossa aplicação, buscamos apresentar citações que pudessem enriquecer a compreensão dos fundamentos que orientam cada etapa do Arco, a fim de que os participantes pudessem perceber o objetivo de cada delas conforme os pressupostos apresentados por Berbel. Para isso, nos apoiaremos principalmente nos trabalhos de Colombo e Berbel (2007), Berbel (2012) e Berbel (1998), que oferecem uma boa fundamentação teórica a respeito da metodologia.

Por fim, propõe-se um retorno aos artigos lidos à luz dos conhecimentos adquiridos neste aprofundamento teórico, a fim de avaliar criticamente se as abordagens adotadas em cada uma das publicações estão de acordo com os pressupostos que orientam a Metodologia da Problematização de Arco de Magueréz. Neste ponto, os participantes deveriam rediscutir as estratégias adotadas nos artigos para a execução das diversas etapas, a fim de verificar se estão de acordo com a proposta de cada uma. Desta maneira, esperamos promover uma reflexão crítica sobre as possibilidades de aplicar esta metodologia no contexto do ensino de química.

Além disso, propomos que seja realizada uma atividade de aplicação deste conhecimento, que chamaremos de “Arco de Magueréz na prática”. Nesta atividade, os participantes da oficina, professores em formação, ocupam inicialmente a posição dos estudantes, elegendo um problema relevante em suas próprias realidades para que seja relacionado à química por meio da Metodologia da Problematização. Ao longo da atividade, os participantes devem passar a assumir a posição de professores, procurando elaborar possíveis estratégias que poderiam orientar a atividade, caso fosse aplicada em sala de aula. Assim, na continuidade deste exercício imaginativo, os participantes devem selecionar pontos-chaves relacionados ao problema

escolhido, eleger estratégias adequadas para a Teorização, elaborar possíveis ações para a resolução do problema e, por fim, destacar alguma forma de executar a solução escolhida. As conclusões de cada etapa foram registradas no quadro virtual colaborativo “Nosso Arco de Magueréz”, elaborado por meio da plataforma Canva⁴. A Figura 6 representa o quadro colaborativo virtual utilizado.

Figura 6 – Quadro colaborativo virtual



Fonte: Autora, 2024.

Vale destacar que todas essas etapas que compõem a Metodologia da Problematização, quando aplicadas em sala de aula, devem ser realizadas em conjunto com os estudantes, respeitando sua autonomia. No entanto, nesta fase da nossa proposta, o objetivo foi estimular os participantes da oficina a refletirem sobre possíveis aplicações dessa Metodologia, preparando-os para utilizá-la de forma prática. Através desta proposta, busca-se superar um problema apontado por Stroher et al. (2018), segundo os quais muitos professores reconhecem a importância de adotar metodologias de ensino inovadoras, mas não se sentem confiantes para aplicá-las devido à falta de compreensão sobre sua execução prática em sala de aula.

⁴ O modelo utilizado para o quadro virtual colaborativo pode ser acessado em: https://www.canva.com/design/DAGUfTN5yaE/bHoroBwfE7Q_ZiyYUwTBRw/view?utm_content=DA-GUfTN5yaE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=editor. Acesso em: 27 out. 2024.

Por fim, a quinta e última aula da oficina culmina em uma aplicação individual da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz no contexto do ensino de química. Neste momento, cada participante apresentou uma proposta de aula que abordasse um conceito químico por meio da metodologia apresentada. As propostas foram apresentadas em formato de roda de conversa, permitindo que cada participante compartilhasse e discutisse as ideias que concebeu para aplicação do Arco. Este momento, além de promover um exercício prático e individual dos conhecimentos que foram construídos na oficina, permite ao professor que conduziu a oficina avaliar o conhecimento construído pelos participantes ao longo do processo.

Neste último encontro, realizamos ainda a aplicação de um questionário de avaliação sobre a oficina. O questionário de avaliação pode ser consultado no Apêndice II. Os Quadros 5 a 9, dispostos a seguir, resumem o planejamento proposto para cada uma destas aulas.

Quadro 5 - Conhecendo o Arco de Magueréz

Duração	Temas	Objetivos	Materiais necessários	Percurso metodológico
1 hora	<p>Apresentação inicial;</p> <p>Aspectos gerais sobre o Arco de Magueréz;</p> <p>As etapas do Arco: um panorama geral;</p> <p>O Arco de Magueréz enquanto possibilidade para o ensino de química.</p>	<p>Conhecer os participantes da oficina;</p> <p>Identificar os conhecimentos prévios dos participantes a respeito da Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz;</p> <p>Promover aos participantes conhecimentos gerais relativos ao Método do Arco de Magueréz.</p>	<p>Trechos de artigos para leitura;</p> <p>Apresentação de slides.</p>	<p>Realização de dinâmica inicial para apresentação dos ministrantes e dos participantes da oficina;</p> <p>Nuvem de palavras: “ensino de química e seus desafios na atualidade: onde o Arco de Magueréz se insere?”;</p> <p>Utilização de apresentação de slides para apresentar os aspectos gerais do método e as etapas do Arco de Magueréz;</p> <p>Divisão dos artigos entre os participantes.</p>

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 6 - Definindo o problema

Duração	Temas	Objetivos	Materiais necessários	Percurso metodológico
1 hora	<p>Primeira etapa: Observação da Realidade</p> <p>Observação da Realidade: como conduzi-la em aulas de química?</p> <p>Segunda etapa: definição dos Pontos-Chave</p> <p>Definindo Pontos-Chave: como realizar na prática?.</p>	<p>Promover aos participantes uma compreensão mais profunda sobre as etapas de Observação da Realidade e de definição dos Pontos-Chave</p> <p>Apresentar aos participantes as estratégias que já têm sido utilizadas para aplicar estas etapas em sala de aula</p> <p>Discutir com os participantes possibilidades e limitações da aplicação desta etapa em sala de aula</p>	<p>Trechos de artigos para leitura</p> <p>Apresentação de slides</p> <p>Cartaz “Nosso Arco de Magueréz” (físico ou virtual)</p>	<p>Discussão sobre os trechos lidos</p> <p>Apresentação teórica sobre a Observação da Realidade e discussão sobre sua aplicação na literatura</p> <p>Apresentação teórica sobre a definição dos Pontos-Chave e discussão sobre sua aplicação na literatura</p> <p>Exercício: Arco de Magueréz na prática</p> <p>Definição de novos trechos para leitura assíncrona- Divisão dos artigos entre os participantes.</p>

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 7 - Estudando o problema

Duração	Temas	Objetivos	Materiais necessários	Percurso metodológico
1 hora	<p>Terceira etapa: Teorização</p> <p>Estratégias para conduzir a Teorização em aulas de química</p> <p>Momento de discussão: possibilidades e limitações para estas etapas</p>	<p>Promover aos participantes uma compreensão mais profunda acerca da Teorização</p> <p>Apresentar aos participantes as estratégias que já têm sido utilizadas na aplicação desta etapa em sala de aula</p> <p>Discutir com os participantes possibilidades e limitações para aplicar estas etapas em sala de aula</p>	<p>Trechos de artigos para leitura</p> <p>Apresentação de slides</p> <p>Cartaz “Nosso Arco de Maguerz” (físico ou virtual)</p>	<p>Discussão sobre os trechos lidos</p> <p>Uso de apresentação de slides sobre a etapa de Teorização</p> <p>Teorização na literatura: que estratégias têm sido adotadas para promover estas etapas em sala de aula?</p> <p>Exercício: Arco de Maguerz na prática</p> <p>Definição de novos trechos para leitura assíncrona</p>

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 8 - Resolvendo o problema

Duração	Temas	Objetivos	Materiais necessários	Percurso metodológico
1 hora	<p>Quarta etapa: Hipóteses de Solução</p> <p>Levantando hipóteses na prática</p> <p>Quinta e última etapa: Aplicação à Realidade</p> <p>Aplicando ideias na prática</p> <p>Momento de discussão: possibilidades e limitações para as últimas etapas do arco</p>	<p>Promover aos participantes uma compreensão mais profunda acerca das Hipóteses de Solução e da Aplicação à Realidade</p> <p>Apresentar aos participantes as estratégias que já têm sido utilizadas na aplicação destas etapas em sala de aula</p> <p>Discutir com os participantes possibilidades e limitações da aplicação destas etapas em sala de aula</p>	<p>Trechos de artigos para leitura</p> <p>Apresentação de slides</p> <p>Cartaz “Nosso Arco de Maguerz” (físico ou virtual)</p>	<p>Discussão sobre os trechos lidos</p> <p>Uso de apresentação de slides sobre Hipóteses de Solução e Aplicação à Realidade</p> <p>Hipóteses de Solução e Aplicação à Realidade na literatura: que estratégias têm sido adotadas para promover estas etapas em sala de aula?</p> <p>Exercício: Arco de Maguerz na prática</p> <p>Proposta de avaliação</p>

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 9 – Encerramento

Duração	Temas	Objetivos	Materiais necessários	Percurso metodológico
1 hora	Discussão sobre a metodologia em geral Considerações finais	Promover aos participantes uma Conhecer as considerações gerais dos participantes a respeito da metodologia; Encerrar o ciclo de aulas, trazendo as considerações finais em sala de aula	Trechos de artigos para leitura Apresentação de slides Cartaz “Nosso Arco de Maguerez” (físico ou virtual)	Apresentação das propostas didáticas Roda de conversa Questionário sobre a oficina

Fonte: Autora, 2024.

4.2 A OFICINA EM PRÁTICA NA SALA DE AULA

Neste subitem do capítulo, será discutida a nossa experiência com a aplicação da oficina em sala de aula. Conforme apresentado anteriormente, cada uma das aulas foi concebida para ser executada em cerca de 1 hora, entretanto, conseguimos aplicar estas aulas em três encontros de 2 horas cada, reunindo as aulas 1 e 2 no primeiro encontro, as aulas 3 e 4 no segundo encontro e concluindo com a aula 5 no terceiro encontro.

Antes de iniciar a oficina, os estudantes foram informados de que as atividades desenvolvidas fariam parte de uma pesquisa de mestrado e foram convidados a participar da mesma, se assim desejassem. Após apresentar o propósito da pesquisa, foi destacado que a participação dos estudantes não era obrigatória e foi entregue uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice I) a cada um deles. Após a leitura, todos eles aceitaram participar da pesquisa, assinando o TCLE.

A seguir, serão descritas as atividades desenvolvidas em cada uma das aulas da oficina.

4.2.1. Aula 1: Conhecendo o Arco de Maguerz

O primeiro encontro da oficina foi realizado no dia 8 de agosto de 2024. Neste primeiro encontro colocamos em prática os planejamentos referentes às aulas 1 e 2 do cronograma da oficina: “Conhecendo o Arco de Maguerz” e “Definindo o problema”. Nesta primeira aula, estavam presentes oito alunos. A partir deste momento, serão utilizados nomes fictícios para se referir a cada um dos estudantes.

O objetivo da primeira aula foi apresentar a proposta da oficina e os aspectos gerais da Metodologia da Problematização, assim como conhecer a trajetória formativa e o contexto dos participantes da oficina. Para tanto, foi realizada uma entrevista em grupo, na qual constatamos que todos eles já se encontravam na segunda metade do curso e que quatro deles já exerciam atividades de estágio. Seus ambientes de estágio envolviam colégios estaduais, colégios particulares, o curso técnico em química oferecido pelo próprio instituto, um pré-vestibular comunitário e um museu. O Quadro 10 reúne algumas informações sobre os participantes:

Quadro 10 - Os participantes da oficina

Participante (nome fictício)	Período	Já realiza ou realizou estágio?
Eloísa	10º	Sim, em um colégio estadual.
Gabriela	7º	Não.
Alice	7º	Sim, no próprio IFRJ e em um museu.
Hiago	7º	Sim, no próprio IFRJ e em um colégio particular.
Caio	7º	Sim, em um museu.
Bruno	7º	Não, mas atua em um pré-vestibular comunitário.
Diana	7º	Sim, em um colégio estadual.
Fernanda	7º	Sim, em um colégio estadual.
Ísis (presente a partir da Aula 3)	7º	Sim, em um colégio estadual.
Joana (presente a partir da Aula 3)	7º	Sim, em um colégio particular.

Fonte: Autora, 2024.

Quando questionados sobre a preparação que o curso de Licenciatura em Química do IFRJ oferece para a atuação em sala de aula, os estudantes foram unânimes em afirmar que as disciplinas de Química em Sala de Aula são fundamentais para sua formação enquanto professores. Duas razões principais foram apontadas para sua relevância: a promoção de reflexões a respeito da realidade da sala de aula, considerando variáveis como tempo e quantidade de alunos, e a apresentação de alternativas ao ensino tradicional:

Alice: Eu acho que nas disciplinas de ensino, especialmente em Química em Sala de Aula, a gente começa a ver estratégias que a gente pode fazer em sala de aula para a gente conseguir educar nosso tempo, pensar em estratégias didáticas que estejam de acordo com a quantidade de alunos na turma, de acordo com o andamento que a turma está apresentando...

Bruno: Se for só o ensino tradicional você fica falando sozinho a aula inteira.

Essas declarações corroboram as conclusões de Woulters e Sartori (2022), que defendem a relevância das disciplinas articuladoras ligadas à PCC para a formação inicial de professores. Segundo os autores, as atividades de planejamento e reflexão sobre o ensino desenvolvidas no âmbito destas disciplinas são fundamentais para que os licenciandos tenham um primeiro contato com a realidade da prática docente e com metodologias inovadoras para o ensino de química.

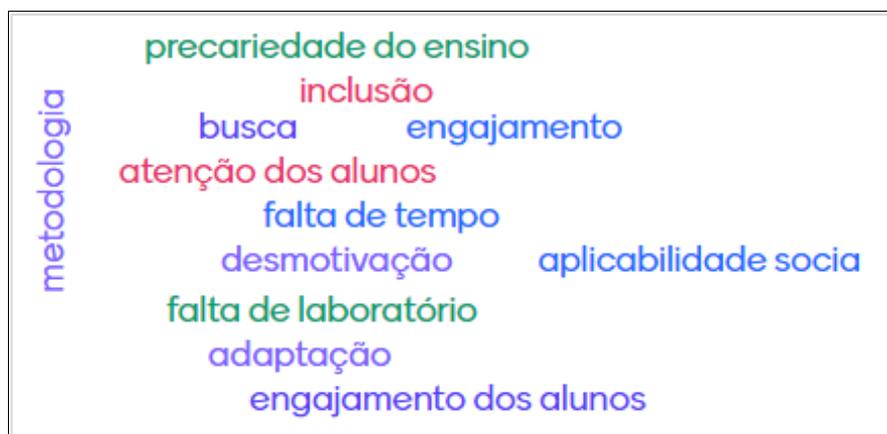
De fato, quando perguntados sobre seu conhecimento a respeito das metodologias ativas, todos os participantes da oficina afirmaram estar familiarizados com estes métodos, uma

vez que já haviam discutido sobre eles nas disciplinas de Química em Sala de Aula⁵. Este dado reafirma a importância destas disciplinas para a disseminação destas metodologias entre os licenciandos, contribuindo com a inovação no ensino de química. No entanto, nenhum deles conhecia a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez antes de ingressarem na disciplina, o que corrobora nossa conclusão de que esta metodologia ainda é pouco explorada nesta área (ARGUELLO; MESSEDER, 2024).

Dando sequência à aplicação da oficina, foi solicitado aos alunos que acessassem a nuvem de palavras virtual e respondessem à seguinte pergunta: “Quais desafios o ensino de química enfrenta na atualidade?”. Cada participante poderia enviar até três respostas. O objetivo desta atividade foi refletir sobre quais destes desafios podem ser enfrentados com a colaboração das metodologias ativas de ensino e da Metodologia da Problematização em especial.

A Figura 7 representa a imagem gerada pelo aplicativo Mentimeter com base nas respostas dos estudantes. Devido ao número reduzido de participantes, não foi possível obter informações suficientes para criar uma nuvem de palavras adequada, que destacasse as palavras mais mencionadas. Deste modo, a imagem gerada serviu apenas para listar os desafios citados pelos participantes, como “precariedade do ensino”, “aplicabilidade social” e “engajamento dos alunos”:

Figura 7 - Nuvem de palavras obtida na primeira aula



Fonte: Autora, 2024, a partir do aplicativo Mentimeter.

Com base nas características da própria Metodologia da Problematização (BERBEL, 2011) e das conclusões apresentadas por autores que já a aplicaram em suas aulas (MONTEIRO; MARCELINO, 2018; SANTOS et al., 2022), discutimos que a MP poderia ser uma

⁵ Conforme o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) do curso de Licenciatura em Química do IFRJ, Campus Nilópolis, a grade curricular do curso abrange quatro disciplinas de Química em Sala de Aula, entre o 5º e o 8º período, todas de caráter obrigatório (IFRJ, 2018).

ferramenta útil no enfrentamento de algumas das questões levantadas pelos participantes, como a desmotivação dos estudantes, a falta de engajamento e a falta de aplicabilidade social dos conteúdos estudados. Desta forma, procuramos demonstrar aos participantes a relevância desta metodologia para o ensino de química, de modo a motivá-los para as aulas seguintes.

Em seguida, partimos para uma breve apresentação teórica sobre a Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz. Neste momento, apresentamos a proposta da metodologia, seus principais referenciais teóricos e as etapas a serem seguidas na condução do método. Após esta introdução teórica, realizamos a divisão dos artigos selecionados entre os participantes. Esta divisão se deu de forma aleatória e está descrita no Quadro 11.

Quadro 11 - Divisão dos artigos entre os participantes

Artigo	Participantes
Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química (ANDRADE; SIMÕES, 2018)	Alice e Gabriela
O uso da Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz para o Ensino de Química (MONTEIRO; MARCELINO, 2018)	Caio
Problematização a partir do Arco de Magueréz: produção de café como tema gerador no Ensino de Química (SANTOS et al., 2022)	Hiago, Bruno e Diana
O Arco de Magueréz como Oportunidade para a Aprendizagem Problematizadora e Ativa no Ensino de Química (CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023)	Eloísa e Fernanda

Fonte: Autora, 2024.

Neste primeiro momento os estudantes foram orientados a ler apenas os trechos dos artigos referentes à Observação da Realidade e definição dos Pontos-Chave. Para isso, auxiliamos os estudantes a encontrarem os trechos relevantes, e, em seguida, deixamos um intervalo de cerca de 15 minutos para leitura. Após esse tempo, partimos para a execução da Aula 2: Definindo o problema.

4.2.2 Aula 2: Definindo o problema

Após a leitura dos artigos selecionados, pedimos aos participantes que compartilhassem como a etapa de Observação da Realidade foi conduzida nas publicações analisadas. Assim, os participantes compartilharam as diversas estratégias adotadas em cada trabalho para execução desta etapa: aplicação de questionários, realização de visitas de campo, exibição de vídeos e documentários e organização de palestras.

Após esta discussão inicial, partimos para um aprofundamento teórico a respeito da Observação da Realidade. Nesta apresentação, buscamos demonstrar como esta etapa deve ser

conduzida na prática e, principalmente, destacamos as principais condições para a escolha de um problema de estudo: não apresentar uma solução pronta e fácil; ser extraído da realidade vivenciada pelos estudantes, despertando verdadeira intenção de investigá-lo; e por fim, estar alinhado aos objetivos de aprendizagem propostos pelo professor.

Finalizado este estudo teórico, voltamos à análise dos artigos lidos pelos participantes, agora buscando avaliá-los à luz dos conhecimentos recém-adquiridos sobre a Observação da Realidade. Algumas perguntas foram realizadas para conduzir a discussão, como: a Observação da Realidade, nestes artigos, foi realizada de forma coerente com a proposta da Metodologia da Problematização? O problema escolhido atende aos critérios que discutimos?

A partir destas questões, alguns participantes compartilharam suas análises sobre os textos lidos. Para Bruno e Hiago, o trabalho de Santos e colaboradores (2022) conduziu a Observação da Realidade de forma coerente com os pressupostos da metodologia, já que, através de exploração de seu entorno, os alunos foram levados a observar na realidade concreta os problemas relacionados ao cultivo de café:

Bruno: Eles estavam discutindo essas problemáticas do café e do lado de fora [da sala de aula] eles tinham dois secadores, aí eles conseguiram ver o funcionamento desses secadores e perceber uma problemática que é a evaporação dos gases na secagem do café.

Hiago: Ele queria falar sobre a química do café, e tentou achar um jeito de que os alunos conseguissem entrar nesse assunto. Então foram feitas visitas técnicas em alguns lugares, perguntaram se a família tinha relação com o cultivo de café... Então com a palestra que ele deu, com o vídeo que apresentou, aproximou um pouco mais da realidade.

O participante Caio também concluiu que a publicação de Monteiro e Marcelino (2018) apresentou a Observação da Realidade de forma coerente com a proposta do método. Nesta publicação, foram realizados questionamentos para instigar a reflexão dos alunos sobre a temática em questão – a depressão – e a presença deste problema em sua vida cotidiana. Da mesma forma, as participantes Eloísa e Fernanda concordaram que o artigo de Cavassani, Andrade e Marques (2023) explorou esta etapa de maneira adequada, por meio da exibição de vídeos para contextualizar o tema junto aos alunos.

Por outro lado, a discussão sobre o artigo de Andrade e Simões (2018), lido pelas alunas Alice e Gabriela, levantou uma discussão interessante entre os participantes. As alunas pontuaram que apesar da problemática das drogas ter grande relevância social, não ficou claro se o problema em questão havia sido extraído da realidade dos alunos, através de um processo

dialógico de verdadeira Observação da Realidade, ou se havia sido definido previamente pelo professor:

Alice: Não deu pra entender se o problema tinha sido extraído da realidade dos alunos, como o método propõe, porque ele só chega dando o questionário aos alunos, e os alunos nem entendem do que se tratava.

Gabriela: E eles nem respondem o questionário todo, porque tem coisas que eles não sabiam.

Questionadas sobre o porquê de esta abordagem ter sido desalinhada à proposta da metodologia da problematização, Alice e Gabriela acrescentaram que “os alunos não trouxeram nada”, “ficaram confusos” e “não viram o problema das drogas no entorno”. Alice, inclusive, fez um paralelo interessante: “é como se chegassem para a gente e abordassem o problema do café aqui [em Nilópolis]. Não faz sentido”. O movimento de criticar a publicação analisada, reconhecendo e justificando porque sua aplicação foi inadequada, demonstra que as alunas compreenderam bem a proposta para a primeira etapa da metodologia.

Por fim, a fim de incentivar ainda mais a reflexão dos alunos acerca dos textos lidos, perguntamos como eles adaptariam a proposta que foi considerada inadequada (o uso dos questionários como Observação da Realidade, sem um debate maior com os alunos).

Neste momento, Bruno pontuou que seria importante tirar um momento para explicar aos alunos a proposta da atividade, a fim de que eles não ficassem “alheios ao que está acontecendo”.

Bruno: Vou falar de uma perspectiva minha, como aluno. Às vezes, aqui na faculdade, eu tenho dificuldade quando eu entro numa sala para participar de alguma aula e eu fico como esses alunos estavam, meio alheio ao que tá acontecendo. Já chego ali e... ‘toma e faz’. Então acho importante [o professor] tirar uns dez, cinco minutos antes, só pra explicar: “oi, gente, hoje a gente vai fazer isso, preciso que vocês pensem nisso ou naquilo, esse é o assunto...” Porque se você só jogar o questionário, o que você vai obter de resposta?

Conforme se observa na fala de Bruno, ele próprio se sente desta forma em algumas atividades da graduação, e por isso acredita que seja importante que o professor dê maior clareza sobre os seus objetivos ao realizar uma atividade diferenciada. Em suas palavras, “se você só jogar o questionário, o que você vai obter de resposta?”. De fato, conforme apontam Stroher e colaboradores (2018), a falta de familiaridade dos estudantes com o seu papel nas metodologias ativas pode causar resistência a estas novas atividades, o que evidencia a importância de explicar claramente o processo que será adotado para a turma.

Outra sugestão, levantada por Caio, foi aproximar o tema da própria realidade do aluno, realizando questionamentos como: “você conhece alguém que seja usuário de drogas?” ou “você já experimentaram alguma droga?”. Seguindo esta mesma linha, Alice sugeriu que os estudantes fossem incentivados a observar o problema em questão em seus trajetos diários. Segundo Alice, ela e Caio percorrem semanalmente trechos da Avenida Brasil, uma das avenidas mais movimentadas do Rio de Janeiro, e observam com frequência a presença de usuários de drogas na região.:

Alice: Do lugar que nós trabalhamos pra cá, a Avenida Brasil é cheia de pessoas que são usuários de drogas. Pra chegar em qualquer lugar, você vê aquilo. Então o professor pode perguntar se o aluno vê isso, o que o aluno acha a respeito...

Diante destas propostas, a estudante Fernanda pontuou uma perspectiva importante a respeito da abordagem de temas sensíveis como a dependência química. Ela disse:

Fernanda: Eu acho que talvez não seria tão fácil conduzir assim porque, sendo uma pessoa que já teve dependentes químicos na família, eu não me sentiria à vontade, como aluna, de falar “sim, conheço, a minha mãe usa drogas”.

A partir de sua fala, promovemos um debate sobre a importância de seguir uma abordagem cuidadosa ao tratar de temas sensíveis como este, a fim de não constranger ou afastar os estudantes. Pensando nisso, os participantes sugeriram utilizar séries ou filmes como forma de contextualizar estes temas sensíveis sem necessariamente pedir relatos pessoais.

Para encerrar este momento de discussão, questionamos se as atividades propostas pareciam aplicáveis em uma sala de aula real. Neste primeiro momento, a maior parte dos participantes considerou que não, por conta da falta de tempo hábil para este fim.

Bruno: Exige muito tempo: ele passou um vídeo, ele fez palestras, ele fez muita coisa.

Diana: Com dois tempos de aula por semana é complicado.

Apenas Eloísa considerou que seria possível aplicar a metodologia no contexto escolar. Para ela, o fato de terem sido utilizados vídeos no Youtube para apresentar o tema no artigo lido por ela pode ter sido uma forma de “agilizar” o processo, tornando-o realista para uma aula regular. Com isso, Eloísa concluiu que poderia ser uma atividade adequada para finalizar o ano letivo ou para a realização de feiras e projetos escolares:

Eloísa: Eu acho que dá. Você conhecendo sua turma, sabendo lidar com ela... Eu acho que o fato de ele ter passado vídeos no Youtube para montar o portfólio e no

final ter feito uma campanha, daria sim. Talvez até uma atividade para quarto bimestre, para uma feira de ciências, algo assim...

Ao final da discussão, a maior parte dos estudantes concordou que os projetos escolares constituem ótimos terrenos para trabalhar o ensino de química por meio do Arco de Magueréz, aproximando os conteúdos disciplinares de problemas reais. Para a sala de aula, porém, os participantes continuaram considerando que esta abordagem seria inadequada, pois exigiria muito tempo para sua execução.

Finalizada a discussão sobre os artigos, partimos para o momento mais prático da oficina: a atividade “Nosso Arco de Magueréz”. Neste momento, propusemos que os alunos imaginassem possíveis problemas que poderiam emergir em suas atuações e que poderiam ser exploradas por meio da Metodologia da Problematização. O primeiro problema levantado pelos estudantes foi a questão dos alagamentos recorrentes no bairro em que se localiza o Instituto Federal. Segundo Alice, “toda vez que chove, o IFRJ alaga”.

Questionei aos participantes se seria possível relacionar este problema específico com a química, e inicialmente eles não souberam responder. Diante disso, surgiram outras propostas, que eles consideraram mais alinhadas aos conteúdos químicos.

Uma delas, levantada por Caio, foi a presença de um “lixão não oficial” na cidade de Nilópolis - um terreno que, por muito tempo, foi utilizado para descarte de resíduos pelos habitantes. Caio considerou que este problema permitiria abordar conteúdos como a emissão de gases poluentes e as doenças associadas ao descarte inadequado de lixo:

Caio: Se for para falar de química, ainda mais sobre química no ensino médio, eu falaria sobre lixão. Por muito tempo teve um lixão aqui em Nilópolis. Não era um lixão ‘oficial’, era um acúmulo de lixo. E poderia falar sobre emissão de gases, metano, doenças...

Outra proposta, levantada por Alice, foi a queima de lixo residencial, que é uma prática muito comum entre os moradores da região. Segundo os participantes, é possível perceber a liberação de bastante fuligem em decorrência desta prática:

Alice: Perto de casa, as pessoas colocam muito fogo em lixo. Toda semana. Fica tudo cheio de fuligem. Então a gente não consegue respirar direito, porque o ar já está seco, e vem a fumaça...

Fugindo um pouco do contexto local, Caio sugeriu um outro problema que poderia ser abordado por ele caso fosse professor na cidade de Volta Redonda: a emissão de micropartículas de ferro pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), situada na cidade. Os pontos que

poderiam ser explorados a partir desta temática, de acordo com os participantes, seriam os problemas respiratórios causados por este tipo de poluição.

Caio: Por exemplo, se eu fosse professor do IFRJ de Volta Redonda, aquele lugar que solta... solta ferro, vai? Além de ter muito mais tempo por ser professor do IFRJ, eu teria um ótimo problema para colocar em prática algo assim. Porque realmente, as pessoas chegam em casa e tá tudo coberto [de partículas de ferro].

Hiago: Eu tenho um tio que mora perto da siderúrgica e ele fala que tem muitas pessoas por lá com sérios problemas respiratórios. É bem insalubre mesmo.

Por fim, Eloísa trouxe uma outra problemática interessante relativa ao local onde mora: o bairro de Campo Grande, no Rio de Janeiro. A aluna narrou que sua casa fica próxima a uma fábrica de bebidas, e que o cheiro forte ao redor desta fábrica já incomodou muito os moradores. Além disso, a região alaga sempre que chove, fazendo emergir resíduos do sistema de esgoto:

Eloísa: Eu moro perto de uma fábrica de bebidas. Antigamente, você não precisava nem passar em frente a ela para sentir um cheiro horrível, insuportável. Você não conseguia ficar em casa com as janelas abertas. E por conta de ter essa fábrica em um bairro residencial, causou um pouco de erosão no solo e, sem exceção, toda vez que chove aquela área fica alagada e a gente tem que lidar com água contaminada. Do outro lado da rua tem um bueiro aberto, e quando alaga ele ‘cospe’ aquela água suja. Por conta da fábrica não ter um bom escoamento, acredito que os resíduos acabam se encontrando, porque toda vez que chove e eu passo por essa água, eu fico me coçando.

A proposta de Eloísa seria trabalhar, a partir deste problema, a geração de resíduos químicos e o seu descarte pela fábrica, além de discutir a eficiência do sistema de saneamento básico na região.

Diante dos problemas propostos, Alice levantou o seguinte questionamento: “De fato existem alguns problemas graves, mas o que os alunos poderiam fazer a respeito para consertá-los?”. Esta pergunta gerou um debate importante sobre o alcance das atitudes de transformação propostas pela metodologia. Será que é preciso encontrar uma resolução definitiva para o problema proposto?

Conforme discutimos anteriormente, os alunos realmente não possuem a possibilidade de interferir na produção de grandes indústrias, por exemplo, mas podem realizar um abaixo-assinado ou convocar a imprensa para denunciar uma situação grave. Desta forma, procuramos esclarecer que a conclusão do Arco não pressupõe uma solução definitiva para o problema, que o corrija de forma permanente: precisaremos, sim, buscar resolver a situação encontrada, encontrar alternativas para sua solução, mas se a sua resolução final foge ao nosso campo de atuação imediato, isso não invalida o Arco. Nas palavras de Berbel,

os resultados deverão voltar-se para algum tipo de intervenção na realidade, na mesma realidade na qual foi observado o problema, imediatamente, **dentro do nível possível de atuação permitido pelas condições gerais de aprendizagem, de envolvimento e de compromisso social do grupo** (BERBEL, 1998, p. 152, grifo nosso).

Além disso, ainda que não se resolva o problema por completo, alunos e professor(a) saem transformados, encarando o problema de forma diferente, e comprometidos com uma transformação a longo prazo. Neste sentido, buscamos esclarecer aos participantes presentes que esta verdadeira mudança de olhar já contempla as transformações necessárias ao propósito do Arco (BERBEL, 1995; CAVASSANI; ANDRADE; MARQUES, 2023).

O Quadro 12, a seguir, reúne os problemas encontrados pelos participantes neste exercício e os conteúdos que poderiam ser abordados a partir deles.

Quadro 12 - Problemas apresentados pelos participantes na atividade “Nosso Arco de Maguerez” e conteúdos químicos relacionados a eles

Problema	Conteúdos relacionados
Alagamentos recorrentes na região do IFRJ	Não souberam definir
“Lixão não oficial” na cidade de Nilópolis	<ul style="list-style-type: none"> • Emissão de gases poluentes • Danos associadas ao descarte inadequado de lixo
Queima de lixo residencial nos arredores do <i>campus</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Reação de combustão • Combustão completa e incompleta • Danos associadas à poluição atmosférica
Emissão de micropartículas de ferro em Volta Redonda	<ul style="list-style-type: none"> • Metais e metalurgia • Danos associados à poluição atmosférica
Possível descarte de água contaminada por uma fábrica de bebidas em Campo Grande	<ul style="list-style-type: none"> • Geração e tratamento de resíduos químicos • Saneamento básico

Fonte: Autora, 2024.

Uma vez listados os problemas propostos, convidamos os participantes a escolher, em consenso, aquele que seria levado para as etapas seguintes. Bruno considerou que a questão dos alagamentos no IFRJ seria o problema mais adequado, uma vez que atingia a todos os participantes igualmente. Os demais alunos concordaram, e com isso redigimos o seguinte problema principal: “Por que a região em que está o IFRJ é tão suscetível a alagamentos?”.

Durante a condução da atividade, consideramos que o problema escolhido não foi o mais adequado para a abordagem de conteúdos químicos. As outras questões apresentadas talvez pudessem ser melhor exploradas no contexto de uma aula de química. Ainda assim, procuramos dar protagonismo à escolha dos participantes. Para eles, este é um problema relevante por ser comum a todos os estudantes do IFRJ e por permitir a exploração de temas como o descarte inadequado de lixo, o assoreamento de rios e as doenças decorrentes do contato com a água contaminada, em uma perspectiva interdisciplinar.

Após registrarmos o problema escolhido no quadro virtual, partimos para o estudo da segunda etapa: a definição dos Pontos-Chave. Neste segundo momento da aula, utilizamos uma apresentação de slides⁶ para demonstrar os principais aspectos relativos à definição dos Pontos-Chave, fornecendo assim as bases teóricas para a sua aplicação. Nesta apresentação, procuramos destacar possíveis estratégias para a realização da etapa e a importância de favorecer o protagonismo dos estudantes no levantamento desses Pontos-Chave, até mesmo para que o professor possa conhecer os conhecimentos prévios dos seus alunos a respeito do problema escolhido (COLOMBO; BERBEL, 2007).

Após esta apresentação teórica, voltamos a analisar os artigos selecionados, desta vez com foco na definição dos Pontos-Chave. Uma dúvida que surgiu neste momento foi sobre a possibilidade de dividir a turma em grupos, cada um estudando um problema específico. A partir do exemplo de Santos e colaboradores (2022) e dos pressupostos apresentados por Berbel (1998), esclarecemos que é possível definir um só problema para toda a turma ou dividi-la em grupos, cada um estudando um problema específico.

Além disso, questionamos se as estratégias apresentadas pareciam estar ou não alinhadas à proposta desta etapa. Neste caso, os alunos foram unânimes em declarar que a proposta menos adequada foi a apresentada no artigo de Andrade e Simões (2018). Neste trabalho em especial, a própria professora define os Pontos-Chave com base nas respostas dos estudantes a um questionário prévio, sobre os conceitos químicos relacionados às drogas.

Segundo Alice, os tópicos definidos nesta etapa pareceram muito “rebuscados” para o nível de compreensão dos alunos, dando a entender que eles não tiveram tanta participação da definição dos termos-chave:

Alice: Chamou a nossa atenção que tiveram três pontos principais: estudo aprofundado sobre as drogas, o papel da escola na intervenção e os conceitos químicos presentes nas drogas. Só que a gente achou esses termos muito rebuscados para quem não tinham tanta noção de química, então a gente se questionou se não foi um pouco sugerido pelo professor.

Da mesma forma, os participantes consideraram que a abordagem apresentada por Santos e colaboradores (2022) também não foi tão adequada, uma vez que foi “muito guiada” pelo professor. Para Bruno, quando o professor indicou os pontos a serem pesquisados pelos alunos ele não orientou, mas limitou o processo de definição dos Pontos-Chave:

⁶ As apresentações de slides utilizadas podem ser acessadas através do link <<https://drive.google.com/drive/folders/1k9gJPRU61JoaN2mbTEQvCIQLLp06IGD2?usp=sharing>>. Acesso em 12 nov. 2024.

Bruno: Foi muito guiada. Eles chegaram para a pesquisa e o professor falou 'gente, pesquisa tal coisa'.

Professora-pesquisadora: O professor orientou muito, então?

Bruno: Não sei se é uma orientação, acho que é mais uma limitação mesmo. Os alunos não tiveram a liberdade de procurar as próprias palavras-chave para pesquisar. O professor já deu os termos: 'despolpador de café', 'processo produtivo de café'.

O artigo mais alinhado, por sua vez, foi considerado o de Monteiro e Marcelino (2018), o qual propõe que os alunos escrevam um pequeno texto a respeito do que conhecem sobre o tema. A ideia trazida por Cavassani, Andrade e Marques (2023), de realizar uma “chuva de ideias” sobre o tema, também foi considerada positiva pelo grupo.

De maneira geral, observamos que os participantes valorizaram as abordagens que conferiram maior protagonismo aos estudantes. Isto demonstra que compreenderam adequadamente a proposta da Metodologia da Problematização enquanto metodologia ativa: de acordo com Berbel (2011), o trabalho com metodologias ativas pressupõe que o professor promova um espaço de escuta e de acolhimento às falas dos estudantes, motivando-os a se envolver no projeto. Dessa forma, percebemos que os participantes da oficina demonstraram uma boa compreensão sobre a metodologia até então.

Por fim, buscamos retomar a atividade “Nosso Arco de Magueréz” e pensar em alguns possíveis Pontos-Chave para o problema que o grupo havia definido anteriormente. Os pontos escolhidos para serem melhor investigados foram: manejo de resíduos, falta de infraestrutura, falta de planejamento, risco de contaminação e risco de choque elétrico, assim como exemplos bem sucedidos na resolução de problemas semelhantes em outros locais. Novamente, consideramos que estes pontos pareciam estar distantes dos conteúdos químicos, mas procuramos respeitar o protagonismo aos estudantes nestas escolhas para que depois pudessemos discutir sua viabilidade em uma aula real.

Após a aula, refletimos que talvez os estudantes tenham escolhido este problema e estes Pontos-Chave por não terem se colocado como professores interessados em aplicar o método. Na verdade, pareceram considerar aquilo que mais os incomoda enquanto alunos do IFRJ. Desta forma, não consideraram quais conteúdos químicos poderiam abordar a partir disso. Na aula seguinte, questionamos os alunos a este respeito, e eles confirmaram que de fato se posicionaram enquanto alunos ao participar da atividade, não se imaginando como professores. Como consequência, tiveram certa dificuldade em relacionar o problema escolhido com a química:

Bruno: Não é um tema que eu conheça bem o suficiente para conseguir trabalhar uma aula em cima dele. A gente identificou um problema da nossa realidade, mas trazer uma aula de química com o Arco de Magueréz com este tema é muito difícil.

Tanto que foi este o nosso problema: a gente identificou alguns Pontos-Chave, mas fazer a conexão destes Pontos-Chave com o conteúdo que a gente iria abordar... foi muito difícil.

De todo modo, a escolha deste problema serviu como forma de destacar a importância de escolher um bom problema para que obtenhamos um bom aproveitamento ao utilizar a Metodologia da Problematização. Conforme Caio pôde perceber:

Caio: Talvez essa escolha do problema seja a parte mais crucial, que vai afetar todas as outras etapas. Talvez por isso os Pontos-Chave tenham ficado tão distantes da química. E isso sem falar que pode afetar o objetivo, que é justamente ensinar química.

Deste modo, reconhecemos que é importante destacar com bastante clareza, no momento da realização da atividade, que os alunos devem imaginar a aplicação do Arco na perspectiva de professores de química em formação, tendo como objetivo preparar-se para sua futura atuação. Sendo assim, por mais que a escolha do problema específico deva respeitar o protagonismo dos estudantes, o foco geral do estudo, que é definido pelo professor, deve estar alinhado a algum conteúdo da disciplina a ser ensinada.

Embora a escolha do problema em nossa atividade tenha fugido ao esperado, essa experiência nos permitiu refletir sobre algumas possibilidades do método em sala de aula. Em uma aplicação real, os estudantes também poderiam sugerir problemas que não estivessem, necessariamente, relacionados aos conteúdos químicos. Nesses casos, caberia ao professor reconduzir os seus alunos para garantir que os objetivos de aprendizagem fossem atendidos, incentivando-os a buscar um problema relevante e alinhado aos conteúdos a serem trabalhados.

Além disso, conforme já destacamos, Colombo e Berbel (2007) orientam que o professor pode fornecer o foco maior que guiará a escolha do problema. Por isso, é fundamental que o professor tenha em mente alguns temas cotidianos que possam ser associados ao conteúdo a ser estudado, permitindo que, a partir desse tema geral, os estudantes escolham problemas coerentes com os objetivos de aprendizagem.

Adiante, será relatada a aplicação da Aula 3 da oficina: “Estudando o problema”.

4.2.3 Aula 3: Estudando o problema

No segundo dia de aplicação da oficina, realizado no dia 22 de agosto de 2024, tivemos a participação de alunas que não estavam presentes no primeiro momento. Chamaremos estas alunas de Ísis e Joana. Neste dia, alguns locais nos arredores de Nilópolis tiveram a circulação

de transporte público bastante reduzida, devido a um problema de segurança pública na região. Por isso, muitos alunos que estiveram presentes no primeiro encontro não puderam estar novamente. Ao todo, contamos com a presença de Gabriela, Caio e Bruno, que participaram do primeiro encontro, e também de Ísis e Joana.

Neste segundo dia, a ideia foi colocar em prática os planejamentos referentes às Aulas 3 e 4: Estudando o Problema e Resolvendo o problema, de modo a nos aprofundar nas etapas da Teorização, das Hipóteses de Solução e da Aplicação à Realidade. Iniciamos o encontro solicitando que os alunos lessem os trechos referentes à Teorização nos artigos recomendados. Durante a leitura, Joana levantou uma dúvida a respeito do papel do professor no processo de Teorização:

Joana: Nesta parte da Teorização, é o professor que vai levar a teoria até os alunos ou pode ser uma busca de ambos os lados?

Vale lembrar que Joana não esteve presente no primeiro dia de oficina, e por isso não acompanhou algumas de nossas discussões sobre a atitude ativa do aluno na metodologia. Aproveitei sua dúvida para relembrar que sim, o aluno pode e deve ser incentivado a participar ativamente desta busca pelo conhecimento, cabendo ao professor orientar e organizar este processo. Conforme Berbel (2011, p. 33),

A participação do aluno se dá no exercício do aprender fazendo. Ao professor, cabe conduzir o processo metodologicamente, estimular as atividades dos alunos, apoiar e valorizar as iniciativas na direção do foco maior que é a solução ao problema em estudo.

Após a leitura, discutimos a maneira como a Teorização foi abordada em diversos artigos e iniciamos um aprofundamento teórico sobre esta etapa. Durante a apresentação, propusemos uma reflexão sobre o melhor formato para a condução das pesquisas pelos estudantes: de forma síncrona ou assíncrona. Os participantes trouxeram considerações relevantes, destacando a importância de compreender as condições materiais e a disponibilidade de tempo dos estudantes antes de designar essas atividades para serem realizadas em casa:

Joana: Eu acho que depende de onde aquela instituição se localiza. Há instituições que se localizam em bairros nobres, e o aluno vai ter acesso à internet em casa, então ele vai, sim, conseguir levar o estudo dele para casa, anotar, ver vídeos que o professor passou... Agora, no caso que eu tô vendo aqui no artigo, ele diz que 'a escola se localiza na parte periférica do município e atende prioritariamente estudantes de renda média a baixa'. Então nesse caso, o professor teria que conferir se todos os alunos têm acesso à internet para realizar este estudo em casa. Aqui [no artigo de Cavassani, Andrade e Marques (2023)], eles iam fazer o estudo na própria instituição, eles iam para o laboratório de informática pesquisar sobre o solo, sobre o vídeo

que eles viram. Então, ao meu ver, depende do que o professor sente da turma: se ele pode passar isso para casa, ou se ele prefere fazer em sala para nivelar as condições de cada aluno.

Ísis: Fora que tem alunos que não têm tempo hábil quando estão em casa para fazer esta pesquisa, tem alunos que trabalham quando não estão na escola. Então também é muito complicado essa questão do tempo.

Para além das questões materiais apontadas pelas alunas, discutimos também sobre a orientação do professor no processo de pesquisa realizado pelos alunos. A partir da leitura de Cavassani, Andrade e Marques (2023), que destacam a importância do direcionamento do professor durante a realização de buscas na internet, reforçamos o papel de orientador que o professor assume neste processo, auxiliando na escolha de fontes confiáveis, por exemplo.

Após o aprofundamento teórico, retomamos a análise dos artigos selecionados. De maneira geral, os participantes consideraram que os textos lidos apresentaram estratégias coerentes para a etapa de Teorização, incluindo buscas na internet, exibição de vídeos e documentários e explicações por parte do professor. Perguntamos aos estudantes se havia ficado claro como esta etapa é conduzida em sala de aula e Caio opinou:

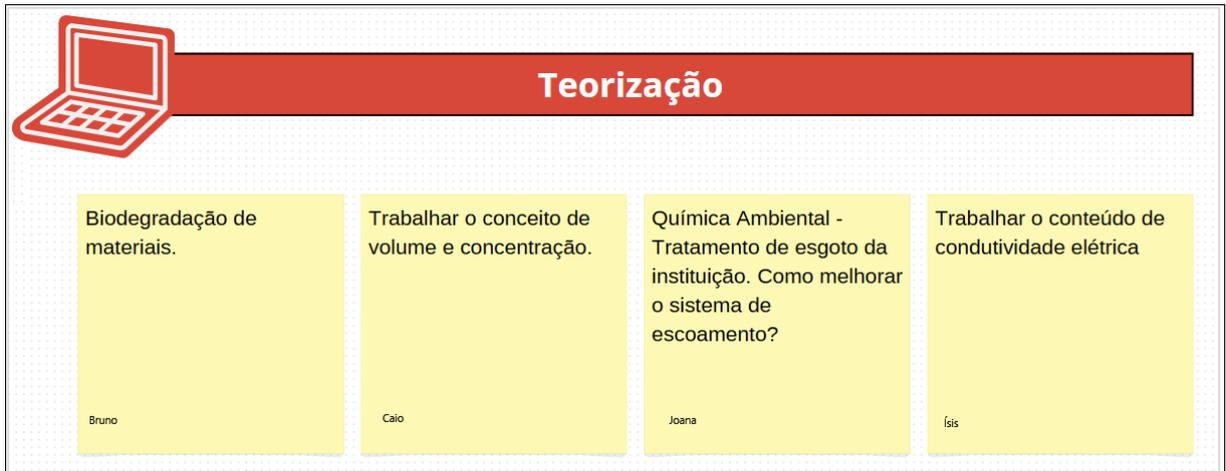
Caio: Acho que sim. Tem os Pontos-Chave, que quem destacou fui eu [professor], fui eu quem pedi para os alunos destacarem. Então acho que dali já é um ponto de partida: fazer uma observação, destacar os Pontos-Chaves observados por eles e daí partir para uma pesquisa, orientar a pesquisa, e só conduzir o processo.

A fala de Caio resume, de forma simples e clara, o que havíamos estudado até então: o processo de observar a realidade, escolher um problema, definir os Pontos-Chave relacionados a ele, para, então, aprofundar os estudos sobre estes Pontos-Chave na Teorização. A Teorização em especial, por se tratar do momento de estudo propriamente dito, não pareceu suscitar grandes dúvidas entre os participantes. Na realização da atividade “Nosso Arco de Magueréz”, porém, percebemos algumas dificuldades em sua compreensão.

Nesta atividade, pedimos aos participantes que retomassem o problema redigidos na aula anterior (“Por que o IFRJ é tão suscetível a alagamentos?”) e propusessem estratégias de Teorização para os Pontos-Chave que haviam sido definidos. Neste momento, os participantes foram orientados a acessar o quadro virtual da atividade por meio de um QR Code para que eles próprios redigissem, cada um em um campo diferente, possíveis estratégias de Teorização.

Em um primeiro momento, os participantes registraram os conceitos que poderiam ser abordados nesta etapa de Teorização, como biodegradação dos materiais, conceitos de volume e concentração e condutividade elétrica. A Figura 8 apresenta as primeiras sugestões dos participantes para esta etapa:

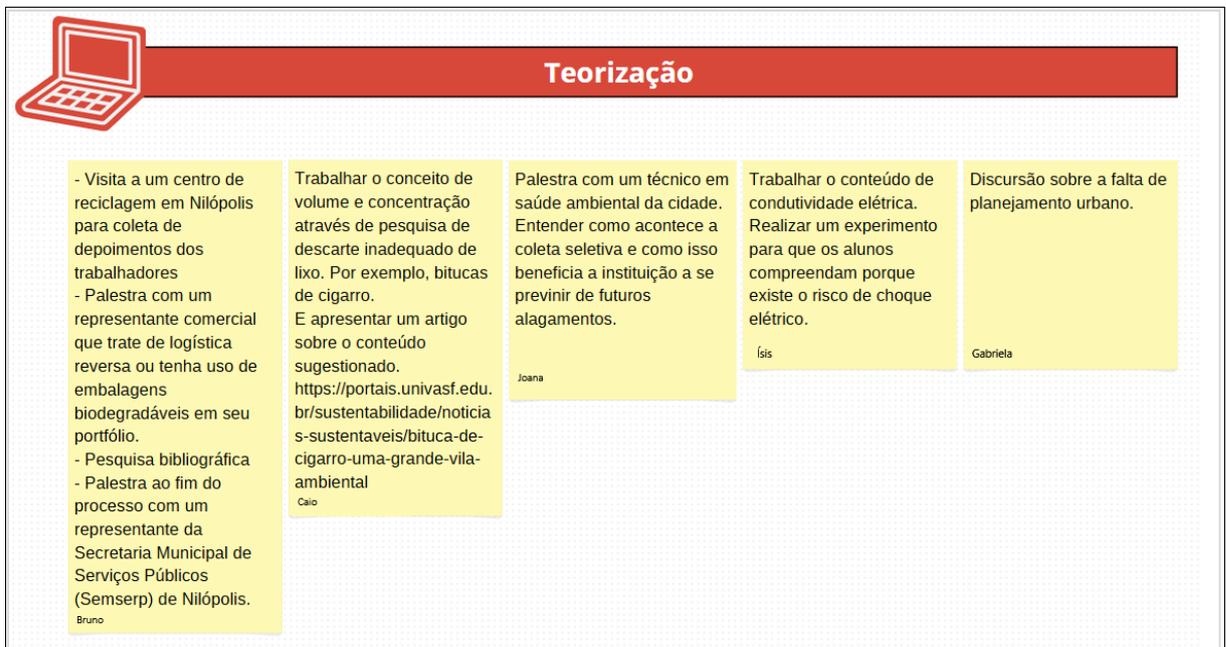
Figura 8 - Estratégias de Teorização apresentadas antes das orientações



Fonte: Autora, 2024.

Neste ponto, percebemos que a maior parte dos participantes não estava pensando em estratégias para aplicação da Teorização, e sim em pontos a serem trabalhados neste processo de estudo. Diante disso, buscamos esclarecer qual era o propósito da atividade e pedimos a eles que detalhassem melhor as estratégias que utilizariam na abordagem de cada um destes temas. Os participantes reformularam suas ideias, e as estratégias sugeridas por cada um estão reunidas na Figura 9:

Figura 9 - Estratégias de Teorização apresentadas após as orientações



Fonte: Autora, 2024.

Como pode se observar no quadro, após o esclarecimento foram propostas uma série de possíveis abordagens: pesquisas bibliográficas, entrevistas com trabalhadores de um centro de reciclagem, palestra com representante comercial, palestra com representante da Secretaria Municipal de Serviços Públicos, leitura de artigos, palestra com técnico em saúde ambiental, realização de experimento para demonstrar o risco de choque elétrico e discussão sobre a falta de planejamento urbano na região.

Ao analisar suas respostas, percebemos que os participantes demonstraram diferentes níveis de compreensão acerca da etapa de Teorização e também da aplicabilidade das ideias sugeridas em sala de aula.

Bruno, por exemplo, sugeriu uma série de medidas interessantes para o aprofundamento do problema, como a realização de entrevistas com trabalhadores do centro de reciclagem local. No entanto, algumas de suas sugestões pareceram pouco realistas para o contexto de uma sala de aula real, como a realização de uma palestra com um representante comercial de uma empresa da área da reciclagem e com um representante da Secretaria Municipal de Serviços Públicos, responsável pela limpeza urbana. Ao explicar sua proposta, ele disse:

Bruno: Eu gostaria de fazer uma palestra ao fim do processo de pesquisa. Eu queria que os próprios alunos olhassem para a realidade deles e vissem se o que tá escrito no site da prefeitura está de acordo com a realidade deles. Abriria a possibilidade de eles próprios perguntarem ao representante: “tá, aqui tá dizendo que vocês fazem a coleta seletiva, então porque tá enchendo como está enchendo?”.

Apesar de constituírem estratégias interessantes para a compreensão do problema, sua baixa aplicabilidade em um contexto real demonstra a importância de refletirmos não só sobre abordagens interessantes para a sala de aula, mas também sobre abordagens praticáveis na realidade.

Além disso, como se pode observar, Gabriela apresentou uma estratégia mais simples para a execução desta etapa: a discussão no formato de roda de conversa sobre a falta de planejamento urbano na região. Questionada sobre como seriam realizados os estudos e a construção de novos conhecimentos pelos estudantes, necessários à etapa de Teorização, Gabriela esclareceu que seria realizada uma aula expositiva de forma anterior à roda de conversa:

Gabriela: Uma aula expositiva, depois uma discussão com eles sobre o descarte inadequado de lixo, a falta de coleta seletiva...

Neste caso, percebemos que a participante não foi capaz de propor estratégias ativas para a construção de conhecimentos pelos alunos, para além da explanação do professor. É importante destacar que Gabriela foi a única participante da oficina sem experiência prévia em

sala de aula, o que pode ter influenciado sua escolha de estratégia. Essa limitação possivelmente reflete um repertório reduzido sobre vivências de ensino-aprendizagem, normalmente ampliado durante o estágio.

Concluída esta etapa, partimos para a aplicação da Aula 4: Resolvendo o Problema.

4.2.4 Aula 4: Resolvendo o problema

Na aplicação da Aula 4, realizada em sequência à Aula 3 no dia 22 de agosto de 2024, discutimos a condução das etapas finais do Arco: Hipóteses de Solução e Aplicação à Realidade. Durante a análise dos artigos lidos, os participantes da oficina ficaram surpresos com as soluções apresentadas por Santos e colaboradores (2022), que envolviam a criação de um filtro aquático de café e de um aplicativo para irrigação à distância a serem apresentados á comunidade em uma feira de ciências.

Caio: O meu tomou um rumo inesperado para mim. Na quarta etapa, que seriam as Hipóteses de Solução, ele pediu que os alunos apontassem situações comuns no ambiente escolar que possam contribuir para o desenvolvimento da doença, da depressão. Aí ele fez uma roda de conversa, em que ouviu a opinião dos alunos e falaram sobre bullying, causas e consequências... Fez uma conscientização sobre isso, que pode causar estresse, até fazer um questionamento aos alunos: o que pode ser feito para solucionar a doença, a depressão, e o que já tem sido feito? Aí depois ele faz a Aplicação à Realidade: o professor e os alunos vão organizar, com um profissional de saúde, uma palestra com toda a comunidade escolar para uma conscientização do problema. Achei interessante que ele partiu de uma coisa muito ampla e depois foi reduzindo... aliás, enquanto eu estava lendo, o último lugar que eu pensei foi na escola. Pensei em eles apresentarem vivências do pai, da mãe, do irmão, pessoas que os cercam, mas não pensei realmente na escola. Achei interessante. Acho que fechou o ciclo.

Gabriela: O meu foi sobre química das drogas, e agora parece que ficou um pouco mais claro. Discutiram sobre diversos tipos de drogas, mas eles levaram pelo caminho do alcoolismo. Os alunos discutiram entre si as hipóteses de soluções, aí deram a ideia de passarem vídeos de conscientização, palestras... Mas eles escolheram criar um júri simulado, a partir de uma situação fictícia de um bar, onde havia uma briga entre duas pessoas, um dava uma facada na outra pessoa, por conta do alcoolismo, entendeu? Então eles levaram para esse lado: o que causa e qual é o efeito do alcoolismo. E a etapa da Aplicação à Realidade foi basicamente isso, a prática desse júri simulado que eles propuseram.

Uma discussão importante foi levantada durante a análise do artigo de Cavassani, Andrade e Marques (2023). Neste momento, Joana percebeu o quanto as condições de cada escola e de cada professor influenciam a extensão dos resultados alcançados:

Joana: O meu também foi uma ação de conscientização para o próprio público da instituição. Eles colaram cartazes, feitos por eles mesmos, que foram expostos para

a comunidade da instituição. Eles fizeram essa ação de conscientização. Mas eu não sei se consegui identificar uma ação muito concreta.

Professora-pesquisadora: Você acha que só essa ação de colar cartazes não foi concreta o suficiente?

Joana: Não sei... não sei se os alunos eram mais simples, se é onde eles moravam, porque eu tô vendo todo mundo trazendo tanta coisa legal aqui e eles só fizeram cartazinhos, colaram na instituição e as pessoas foram lá e leram.

Professora-pesquisadora: Isso diz um pouco da condução que o professor deu, né. Nesse caso [de Santos e colaboradores (2022)] os alunos não chegaram sozinhos nessas soluções.

Bruno: Esse aqui foi um ponto fora da curva!

Joana: É... nesse caso [de Cavassani, Andrade e Marques (2023)], como ocorreu em um instituto de uma área periférica, acho que foi o que deu, sabe. Eles produziram os cartazes, discutiram sobre o que eles viram, leram, pesquisaram, e fazer essa ação na própria instituição.

Outro ponto levantado neste momento foi a frequência com que atividades de conscientização aparecem nas propostas de retorno à realidade. Questionados se esta parecia a forma mais adequada de promover a transformação necessária, Caio comentou:

Caio: Acho que tem muito a ver, de novo, com o problema. Acho que em problemas maiores, que demandam soluções muito extraordinárias, a conscientização é o melhor caminho porque é plantada uma ideia, e espera-se que isso promova uma educação mais emancipatória, mais consciente. Acho que o Arco mesmo, em problemas que são muito difíceis, o bom resultado é ter um aluno que vai sair dali consciente. Exceto em problemas que sejam muito específicos: aqui no instituto, por exemplo, chegou a ter um tempo em que havia muitos caramujos africanos. Aí fizeram um estudo aqui e resolveram depois. É uma coisa que é muito local e tinha uma solução ali química e biológica pra isso. Então acho que se aplicasse o Arco nisso, teria uma solução prática. Agora em problemas maiores...

Em seguida, durante o aprofundamento teórico sobre estas etapas, buscamos reforçar que as Hipóteses de Solução são o momento para pensar em alternativas para solucionar o problema. Destacamos também que a conclusão do Arco pressupõe a aplicação de alguma destas hipóteses na realidade concreta, de modo que não basta apenas propôr hipóteses ao problema, mas é necessário colocá-las em prática (BERBEL, 1998), culminando na quinta e última etapa do Arco: a Aplicação à Realidade.

A respeito desta última etapa, relembramos uma discussão relevante da aula anterior, que ressurgiu novamente com a fala de Joana, sobre a amplitude das soluções aplicadas. Conforme Berbel (1998), as atitudes colocadas em prática nesta etapa podem ter maior ou menor alcance, a depender de diversos fatores. De maneira geral, não se espera dar conta,

necessariamente, do problema encontrado - mas alguma ação prática, ainda que simples, deve ser realizada para retornar concretamente à realidade.

Retomando a análise dos artigos, todos os participantes consideraram que as estratégias apresentadas para as Hipóteses de Solução e Aplicação à Realidade foram realizadas de forma coerente aos pressupostos do Arco. Apenas Bruno apresentou uma dúvida sobre a concretude das ações propostas:

Bruno: A aplicabilidade acontece na proposta dos alunos ou no uso destes protótipos na vida real? Por exemplo, os alunos tinham um problema e propuseram um filtro aquático. A aplicabilidade está em apresentar esse filtro aquático para a comunidade ou em esse filtro aquático ser de fato usado na comunidade?

Observamos que o grau de alcance das soluções apresentadas é um ponto de dúvida para muitos participantes. Joana, por exemplo, questionou se as ações de conscientização apresentadas por Cavassani, Andrade e Marques (2023) seriam suficientes, enquanto Bruno perguntou se o não acolhimento da comunidade após a feira invalidaria o Arco. Diante dessas questões, esclarecemos que, embora o Arco exija ações concretas para sua conclusão, o processo não se invalida caso a solução proposta pelos estudantes não produza o efeito esperado. Conforme Berbel (1995, p. 15, grifo nosso):

Embora os resultados sejam importantes, já que se pretende promover transformações, o processo todo também é altamente relevante, tendo em vista o desenvolvimento de atitudes científicas, políticas e éticas diante da realidade. É preciso reforçar aqui que transformações ocorrem verdadeiramente. **Se não na intensidade desejada junto ao contexto de onde se extraiu o problema, com certeza nas pessoas que vivem esse processo.**

Após concluirmos a análise dos artigos selecionados, perguntamos aos participantes se, agora que haviam compreendido toda a metodologia, acreditavam que ela poderia ser aplicada em sala de aula. Em um primeiro momento, os participantes haviam considerado que não. Neste segundo momento, talvez com maior compreensão de como se conduz a metodologia, a maior parte considerou viável sua aplicação:

Ísis: Acho que tem que ir de acordo com as condições que aquele ambiente permite.

Bruno: No caso dela [do artigo de Andrade e Simões (2018)] sim.

Joana: Eu não entendi que seja algo muito complexo não. Acho que dá para, dentro de sala de aula, aplicar em duas aulas, em três... De repente, na primeira aula propôr, pensar nesse tema, observar a realidade, ver o problema e talvez fique para casa trazer os Pontos-Chave. Aí na segunda aula tem a Teorização com todo mundo junto, o professor passa vídeos, eles discutem o que pesquisaram... então acho que dá pra levar em poucas aulas, sim, e fazer um bom Arco.

Nesse sentido, há indícios de que a aplicação da oficina tenha contribuído para ampliar a compreensão dos participantes sobre a metodologia, permitindo que visualizassem possibilidades de aplicação prática e realista em sala de aula.

Por fim, para encerrar a atividade “Nosso Arco de Maguerez”, propusemos que os participantes refletissem ao longo da semana sobre possíveis soluções ao problema definido anteriormente e que, remotamente, registrassem suas ideias no quadro virtual. Apenas um participante incluiu sua sugestão no quadro, a qual foi: “Diminuição dos resíduos entupindo os sistemas de drenagem vizinhos ao campus e aumento de área não cimentada que permita maior infiltração da água em casos de chuva forte”.

Além disso, solicitamos aos participantes que elaborassem e nos enviassem uma proposta didática baseada na Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez para a abordagem de algum conteúdo relacionado à química. Suas propostas seriam apresentadas em uma roda de conversa no encontro seguinte. No item a seguir, serão descritas as propostas trazidas pelos participantes.

4.2.5 Aula 5: Encerramento

A quinta e última aula, realizada em 22 de agosto de 2024, foi dedicada à apresentação das propostas didáticas desenvolvidas pelos participantes da oficina, baseadas na Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez. Esta aula se deu no formato de roda de conversa, em que cada participante compartilhou a proposta que havia preparado e, ao final, foram debatidas algumas questões sobre a oficina.

Além da apresentação das propostas em aula, os participantes foram orientados a enviar um material escrito com os detalhes de cada uma. Neste subitem, apresentaremos as propostas elaboradas por cada participante, resumidas nos Quadros 13 a 22. No próximo subitem as propostas dos participantes serão analisadas, a fim de que possamos inferir alguns pontos acerca de suas compreensões sobre o Arco.

Quadro 13 - Proposta de Eloísa

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Eloísa</p> <p>Tema: Descarte inadequado de resíduos</p> <p>Público-Alvo: Estudantes de ensino médio.</p> <p>Duração: 8 a 10 aulas com dois tempos de 50 minutos.</p>	<p>Observação da realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A partir de um problema relatado pelos alunos (mau cheiro presente em uma praça próxima à escola devido ao descarte inadequado de resíduos), o professor de química decide explorar este problema em suas aulas. • “Através de uma caminhada pelos arredores do colégio, o professor levará a turma a uma observação, destacando os pontos que geraram toda a problemática. De volta à sala de aula, serão mostrados também vídeos e reportagens apontando outros momentos em que o descarte incorreto de lixo, principalmente plástico, gerou problemas; a contaminação de corpos d’águas, do solo, alagamentos e dispersão de doenças decorrente.” • Problema: Mau cheiro gerado pelo descarte incorreto de lixo na região. <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Os alunos formarão uma roda de conversa e falarão sobre os efeitos do plástico no meio ambiente. Através dos conhecimentos empíricos sobre polímeros, serão guiados pelo professor a discutir as principais consequências de sua permanência em local inadequado”. • Possíveis Pontos-Chave: contaminação, degradação e resistência dos polímeros microplásticos. <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Com auxílio do professor, um aprofundamento a respeito da disciplina será feito. Para isso, os alunos deverão pesquisar e estudar sobre diferentes tipos de polímeros; buscar sobre o tempo de degradação dos principais; pesquisar os impactos ambientais; procurar experimentos sobre a degradação dos plásticos; e buscar alternativas sustentáveis (como descarte, plásticos biodegradáveis, etc.). <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os alunos deverão discutir sobre alternativas sustentáveis, divididos em pequenos grupos, tanto as que conheciam anteriormente quanto as que foram encontradas na etapa anterior. • Possíveis hipóteses: 1. Criação de uma campanha de conscientização; 2. Desenvolver um panfleto falando sobre os efeitos do plástico; 3. Desenvolver uma campanha que incentive menos o uso do plástico; 4. Criar um flyer com alternativas biodegradáveis que podem ser usadas como substitutas ao plástico. <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “A turma deverá apresentar propostas que possam ser aplicadas dentro do contexto escolar, comunitário (como a criação de um local apropriado para o descarte do lixo comum, dentre eles o plástico) ou ambos.” • “Propor um debate com a comunidade também pode ser considerado, levando em conta que toda a causa teve início através da observação da mesma. O intuito é levar o conhecimento sustentável aos moradores e expor como o lixo pode prejudicar diversos pontos em suas vidas.”

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 14 - Proposta de Alice

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Alice</p> <p>Tema: Poluição atmosférica</p> <p>Público-Alvo: Estudantes do sétimo período do curso técnico em Controle Ambiental.</p> <p>Duração: Ao longo de todo o semestre.</p>	<p>Observação da Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> Exibir um vídeo sobre poluição atmosférica e propôr a análise da região em torno do instituto, buscando detectar um problema relacionado ao tema. Problema escolhido: Como minimizar o forte odor de fumaça na região ao entorno do IFRJ? <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> Dividir a turma em grupos para discutir os pontos que precisarão ser estudados, sob orientação do professor. Possíveis Pontos-Chave: principais fontes de emissão; níveis de poluentes; condições ambientais; e regulamentação e controle. <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> Propor um estudo prévio pelos alunos sobre cada tema destacado, a ser complementado em sala pelas contribuições do professor. Neste momento, o professor abordará os conteúdos pertinentes à ementa da disciplina, relacionando-os ao problema escolhido. <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> Dividir a turma em grupos para que discutam as soluções cabíveis para o problema. Possíveis hipóteses: 1. Fiscalização e Regulamentação: Realizar um abaixo-assinado com assinatura da comunidade interna e externa do IFRJ solicitando que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Nilópolis realize fiscalizações periódicas com maior frequência para verificar a emissão excessiva de poluentes atmosféricos na região. 2. Educação e Conscientização: Realizar a montagem de folders informativos e entregar para a comunidade interna e ao redor do IFRJ, explicando como a poluição do ar os afeta negativamente <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> Professor e alunos irão elaborar o texto do abaixo-assinado proposto, que será entregue pelo professor. Os próprios alunos irão entregar folders impressos ou compartilhar eletronicamente com a comunidade. A participação nas atividades e no projeto será a avaliação dos alunos

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 15 - Proposta de Joana

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Joana</p> <p>Tema: Misturas entre produtos de limpeza</p> <p>Público-Alvo: Estudantes de 1º ano do ensino médio.</p> <p>Duração: 4 aulas de 50 minutos.</p>	<p>Observação da Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover discussões entre os estudantes a fim de que identifiquem problemas que permeiam suas vivências. • Possível problema: o problema de misturar produtos de limpeza em ambiente doméstico. <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Os alunos deverão conversar e refletir acerca dos possíveis fatores relacionados ao problema. Com essa reflexão, os estudantes poderão definir Pontos-Chave do estudo.” • Possíveis Pontos-Chave: Produção de gás tóxico, produção de substâncias irritantes, diminuição da eficácia do produto, falta de leitura das embalagens antes do uso, entre outros. <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Os alunos serão instruídos a pesquisarem em casa, durante a semana, o porquê da existência dessa problemática que foi definida anteriormente em sala de aula. Na semana seguinte, os alunos deverão voltar à sala de aula tendo pesquisado os malefícios de se misturar produtos químicos em ambiente doméstico. Junto a isso, serão passados dois vídeos que estarão na plataforma do Youtube. Posterior a visualização dos vídeos, os alunos deverão se separar em grupos de 5 alunos e conversar sobre o que pesquisaram em casa fazer uma correlação com o que viram nos vídeos. Neste momento, será mencionado a importância de conhecer sobre reações químicas, matéria que será dada na próxima aula.” <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Os alunos deverão ser originais e criativos a ponto de pensarem em hipóteses para a solução do problema proposto.” • Possíveis hipóteses: 1. Cartazes de conscientização para se colocar no setor de limpeza dos mercados; 2. Produzir folhetos para distribuírem para a família; 3. Criar um documento expondo as principais misturas que não devem ser feitas para colar no armário de limpeza das casas. <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uma aplicação viável poderia ser a colaboração para produção de uma lista de principais misturas que não devem ser feitas para que suas famílias possam colar na área onde ficam os produtos de limpeza. Esta etapa de aplicação da solução será iniciada em sala de aula, porém os alunos irão terminar de confeccionar suas listas em casa através da ajuda do site https://podemisturar.com/. Após a síntese das listas, os alunos as entregarão para os familiares, conscientizando-os sobre os problemas existentes no processo de mistura de produtos de limpeza em ambientes domésticos.

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 16 - Proposta de Ísis

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Ísis</p> <p>Tema: Descarte incorreto de óleo de cozinha</p> <p>Público-Alvo: Estudantes de 2º ano do ensino médio.</p> <p>Duração: 5 aulas de 50 minutos.</p>	<p>Observação da Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O problema seria definido previamente pelo professor, podendo partir direto para a definição dos Pontos-Chave. • Problema: entupimento de tubulações de esgoto doméstico e transbordamento de caixas de gordura. <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perguntar aos alunos o que poderia estar por trás dos problemas levantados: o entupimento de tubulações de esgoto doméstico e transbordamento de caixas de gordura. Anotar os pontos citados no quadro. • Possíveis Pontos-Chave: Descarte de restos de comida, de resíduos plásticos e de óleo no esgoto doméstico. <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pedir aos alunos que realizem uma pesquisa, para a aula seguinte, sobre os Pontos-Chave que haviam sido levantados. Na aula seguinte, realizar uma roda de conversa sobre o que foi pesquisado. Para encerrar a roda de conversa, o professor exibe um vídeo sobre tema, chamado “óleo de cozinha e os danos ao meio ambiente”, com duração de 1 minuto e 31 segundos. Em seguida, o professor discute com os alunos a estrutura dos lipídeos, do ponto de vista químico, relacionando ao conteúdo de funções orgânicas. <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar um debate para que os alunos que sugeriram hipóteses para resolver esse problema e discutir a aplicabilidade destas hipóteses. • Possíveis hipóteses: 1. Cartazes de conscientização da comunidade escolar sobre o descarte correto de óleo de cozinha; 2. Mapeamento dos pontos de coleta mais próximos; 3. Produção de sabão a partir do óleo de cozinha usado. <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No momento da Aplicação à Realidade, a turma seria dividida em grupos para planejar as ações a serem tomadas e executar as Hipóteses de Solução escolhidas anteriormente.

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 17 - Proposta de Gabriela

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Gabriela</p> <p>Tema: Análise de água</p> <p>Público-Alvo: Estudantes de 2º ano do ensino médio.</p> <p>Duração: 3 aulas de 50 minutos.</p>	<p>Observação da Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> A partir de um problema levantado pelos alunos (presença de gosto estranho na água da escola há duas semanas), seria realizada a coleta de amostras de água de bebedouros e torneiras. Em seguida, seriam discutidas a importância da qualidade da água para a saúde, os possíveis contaminantes que podem estar presentes e o estudo acerca de conteúdos de química através do problema estabelecido. Problema: a água da escola apresenta tem apresentado um gosto estranho há duas semanas. <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> Conduzir um debate através de perguntas como: "Qual é a qualidade da água que bebemos na escola?", "Como podemos identificar a presença de contaminantes?" "O que pode causar um sabor anormal? "Podemos relacionar a química com isso?" Possíveis Pontos-Chave: pH, acidez/basicidade, reações de neutralização e métodos de purificação de água. <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> "Aula dialogada abordando os métodos de análise da água, como medição de pH, reação de neutralização, e identificação de íons metálicos ou compostos químicos. Nessa parte, os alunos se aprofundam em escala de pH, a natureza ácida, básica ou a neutralidade da Água. Além disso, o professor apresenta alguns materiais utilizados no dia a dia dos estudantes como: vinagre, bicarbonato de sódio, limão, sabão e pede para que eles realizem uma roda e apresentem o que eles sabem sobre esses produtos e suas funções. Logo após, o professor pede para que os alunos tragam as amostras de água recolhidas e testem o pH através do papel de tornassol disponibilizado pelo professor." Após ter medido o pH das amostras de água da escola e ter constatado que seu valor estava abaixo de 7, "o professor pede que em casa os alunos pesquisem possíveis soluções para o problema de contaminação na escola e traga essas ideias para o próximo encontro". <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> O professor pede que os alunos compartilhem as hipóteses encontradas. Possíveis hipóteses: 1. Instalação de filtros para remover os contaminantes; 2. Mudança no processo de tratamento de água; 3. Implantação de uma empresa de monitoramento contínuo, a fim de realizar testes para a verificar se os parâmetros da água estão de acordo com o esperado. <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> "A aplicação proposta pelos alunos foi a criação de um documento em PDF documentando as descobertas feitas, as conclusões e possíveis soluções para que a problemática seja resolvida. E nesse documento, deve constar a assinatura de todos os alunos participantes e do professor orientador para que seja encaminhado à administração da escola a fim de realizar ações concretas para o tratamento de água e monitoramento periódico. E, propuseram a criação de cartazes em prol de conscientizar a comunidade escolar sobre a qualidade da água e buscarem soluções para todo tipo de problema que envolva a saúde dos alunos e deveres da escola."

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 18 - Proposta de Caio

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Caio</p> <p>Tema: Soluções</p> <p>Público-Alvo: Estudantes de 2º ano do ensino médio de uma comunidade ribeirinha.</p> <p>Duração: 8 aulas de 50 minutos.</p>	<p>Observação da Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> Para esta etapa, seriam desenvolvidas duas estratégias: 1. A coleta de Dados Iniciais: Incentivar a observação e coleta de informações sobre a contaminação por mercúrio em áreas afetadas pelos garimpos ilegais. Podem ser visitas de campo, entrevistas com comunidades locais, análise de relatórios ambientais, e monitoramento das condições dos rios e do solo. 2. A Documentação de Impactos: Documentar os impactos na saúde pública, na biodiversidade e na qualidade de vida das comunidades ribeirinhas e indígenas. Fotos, vídeos e relatos podem ser úteis para capturar a realidade do problema. <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> Em grupos, os alunos deverão analisar os dados coletados e identificar os principais fatores que agravam a contaminação por mercúrio, como a localização dos garimpos, métodos de extração de ouro, falta de fiscalização e as condições socioeconômicas das comunidades envolvidas (Identificação de Fatores Críticos). Além disso, deverão identificar os diferentes atores envolvidos (garimpeiros, governo, ONGs, comunidades locais) e seu papel no contexto da contaminação (mapeamento de atores). <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> Nesta etapa, o professor explora o conteúdo relacionado (Falar sobre concentração, soluções, PPM e etc) e os alunos realizam uma revisão de literatura: “Pesquisar teorias e estudos que expliquem a dinâmica da contaminação por mercúrio e suas consequências. Isso pode incluir conceitos de toxicologia, sustentabilidade, direitos humanos, e economia de recursos naturais. Ou seja, a intoxicação causa problemas aos seres humanos, quais?” <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> Neste momento, os alunos deverão desenvolver Hipóteses de Solução que possam mitigar a contaminação e analisar a viabilidade das hipóteses propostas, considerando fatores econômicos, sociais, e culturais. Também podem realizar estudos de caso ou simulações para prever possíveis resultados. Possíveis hipóteses: 1. alternativas tecnológicas para a extração de ouro sem mercúrio; 2. políticas públicas de fiscalização mais rígidas; 3. programas de recuperação ambiental; 4. campanhas de conscientização para as comunidades locais. <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> A Aplicação à Realidade se daria em duas etapas: “1. Implementação Piloto: Selecionar uma ou mais soluções e aplicá-las em uma área piloto afetada pela contaminação. Isso pode envolver a colaboração com ONGs, governos locais, e as próprias comunidades; e 2. Monitoramento e Avaliação: Criar um sistema de monitoramento contínuo para avaliar os efeitos da solução implementada. Recolher feedback das comunidades locais e ajustar as ações conforme necessário.”

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 19 - Proposta de Diana

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Diana</p> <p>Tema: Polímeros</p> <p>Público-Alvo: Estudantes de 2º ano do ensino médio de uma comunidade ribeirinha.</p> <p>Duração: 8 aulas de 50 minutos.</p>	<p>Observação da Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> A metodologia problematizadora seria apresentada para alunos do ensino médio através do vídeo “ONU: o plástico está cobrindo e destruindo nosso planeta”. Em seguida, os alunos receberiam um questionário com 03 perguntas: Se o ser humano parasse de produzir plástico agora, a poluição acabaria? Qual a matéria prima do plástico? Você sabe o que é um microplástico? <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> As respostas do questionário devem ser apresentadas e discutidas com toda a turma por mediação do professor, ele deve auxiliar na identificação dos Pontos-Chaves, o porquê a poluição ser um problema tão grave para o nosso planeta. <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> Nessa etapa, o professor deve apresentar os conceitos científicos e técnicos relacionados aos polímeros, como a estrutura química, suas propriedades e aplicações. Mostrar como os diferentes tipos de polímeros são sintetizados e quais são suas características funcionais. <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> Neste ponto, os alunos são incentivados a buscarem soluções para essa problemática. Possíveis hipóteses: 1. métodos para reduzir o uso de plásticos descartáveis; 2. criação de materiais poliméricos biodegradáveis; 3. investimento em infraestruturas de reciclagem e compostagem para garantir que os plásticos descartáveis sejam devidamente processados e reciclados; 4. melhora da coleta seletiva e promoção da reciclagem eficiente. <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> A partir das hipóteses levantadas, os alunos devem escolher uma para aplicação no mundo real, mesmo que seja apenas uma campanha de conscientização, sem efeito realmente significativo.

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 20 - Proposta de Fernanda

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Fernanda</p> <p>Tema: Descarte de óleo de cozinha e sua relação com polaridade das moléculas e reações químicas</p> <p>Público-Alvo: Estudantes de 1º ano do ensino médio.</p> <p>Duração: 3 aulas de 1 hora e 30 minutos.</p>	<p>Observação da Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Realização de roda de conversa com os alunos para discutir sobre como é realizado o descarte do óleo de cozinha usado em suas casas. A partir de diferentes relatos que podem surgir, pode-se introduzir um questionamento, para guiar os alunos ao problema.” • Problema: os danos ambientais causados pelo descarte incorreto do óleo residual <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Também será proposto que seja feito como um diálogo entre toda a turma para que a atividade seja acolhedora e participativa. Neste momento, os alunos terão 55 minutos para pensar e discutir os pontos chaves principais para essa problematização e sobre a temática.” • Possíveis Pontos-Chave: Sustentabilidade, óleo de cozinha residual, meio ambiente, poluição, reciclagem, rede de esgoto, efeito estufa, contaminação da água, desperdício, ecossistema. <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Nesse momento os alunos irão começar a procurar respostas para a questão problemática, por meio de pesquisas realizadas na literatura e na internet. Espera-se que os alunos entendam como o óleo residual interage com o meio ambiente e os processos químicos envolvidos, como o entendimento das propriedades hidrofóbicas do óleo de cozinha e o processo de emulsificação que pode ocorrer no processo, devido a presença de detergentes e alguns outros compostos que podem conter no esgoto. Espera-se que com estas informações seja compreendido o conteúdo que envolve polaridade das moléculas.” <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Os alunos deverão elaborar soluções práticas e aplicáveis a realidade e de preferência que envolva e comunidade escolar, trazendo benefícios para a mesma e para o meio ambiente. A ideia é que os alunos apliquem os seus conhecimentos adquiridos durante o processo para uma solução sustentável.” • Possíveis hipóteses: 1. Criar na escola um ponto de coleta de óleo residual; 2. Produção de sabão a partir do óleo de cozinha usado. <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “após realizarem a coleta de óleo residual em suas casas e na vizinhança, será realizada uma oficina mediada pelo professor, em que os alunos poderão colocar em prática seus conhecimentos e produzir sabão ecológico para o uso dentro da escola para a higienização das mãos nos banheiros e no refeitório.”

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 21 - Proposta de Bruno

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Bruno</p> <p>Tema: Aberto.</p> <p>Público-Alvo: Estudantes de curso técnico em química.</p> <p>Duração: 6 aulas de 50 minutos.</p>	<p>Observação da Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> O professor apresenta a metodologia aos estudantes e deixa como tarefa, para a aula seguinte, a observação dos problemas presentes em suas realidades. Na aula seguinte, os alunos compartilham os problemas encontrados, por escrito ou por apresentação oral. Após discutirem os diversos problemas observados, um problema central é definido. Problema: “Quais consequências da grande fila no almoço dos alunos do IFRJ?” <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> “Os alunos são divididos em dois grupos e é entregue a eles uma folha em branco para registro. Eles se debruçaram a refletir sobre a falta de tempo e a qualidade da alimentação, utilizando como objeto de estudo os depoimentos levantados pelos alunos na etapa anterior.” Possíveis Pontos-Chave: Falta de infraestrutura; rotina de aulas muito intensa; Custo alto para alimentação do lado de fora do campus. <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> “Para que os alunos pudessem participar ativamente, um momento de explanação foi feito e as dinâmicas explicadas: Duas rodas de conversa com profissionais (a primeira com uma psicóloga especializada em transtorno alimentar e ansiedade e a segunda com uma professora especializada na área de alimentos e uma nutricionista); leitura de dois textos acadêmicos e um resumo introdutório sobre as classes de macromoléculas na bioquímica, além da pesquisa bibliográfica na internet e na biblioteca do campus. <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> Esta etapa foi baseada em uma roda de conversa de resposta da turma com o professor de síntese do conhecimento apreendido durante a etapa anterior. Os grupos notaram que muitas das consequências encontradas eram comuns e ambos demonstraram um foco grande nas doenças crônicas causadas pelos maus hábitos que todos compartilhavam pela falta de tempo. Possíveis hipóteses: 1. Uso de estufas para o aquecimento e consequentemente diminuição das filas; 2. A obtenção de mais microondas e a mudança nos horários letivos para um maior tempo de almoço. <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> “Os alunos produziram apresentações contendo as inúmeras doenças crônicas obtidas com os hábitos alimentares que eram submetidos enquanto estavam no campus, fruto da etapa de Teorização, e utilizaram esse material para justificar sua demanda. Além disso, promoveram apresentaram também para o corpo discente se conscientizar da necessidade de uma melhor alimentação.”

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 22 - Proposta de Hiago

Participante, Tema e Público-Alvo e Duração	Estratégias propostas para cada etapa
<p>Participante: Hiago</p> <p>Tema: Aberto.</p> <p>Público-Alvo: Estudantes de 1º ano de ensino médio.</p> <p>Duração: 6 aulas de 50 minutos.</p>	<p>Observação da Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Muitos alunos que moram na região passam por uma ponte metálica para chegar na escola. Porém, a maioria dos alunos perceberam que a ponte está se “desfazendo” a cada dia. A partir dessa constatação e com os vídeos que eu disponibilizaria nas minhas aulas sobre reações inorgânicas do tipo oxirredução os alunos iriam escolher essa seguinte situação:” • Problema: “Por que a ponte está enferrujando a cada dia?” <p>Pontos-Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Após os alunos assistirem os vídeos sobre tal tema eu iria conduzir uma roda de conversa com a turma para que os próprios alunos listem quais são as possíveis causas para o problema que estudado por eles.” • Possíveis Pontos-Chave: oxidação, corrosão, reações redox e técnicas de prevenção. <p>Teorização</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Para a Teorização, foi sugerido a separação de 4 grupos de cinco pessoas para eles possam pesquisar sobre o tema na internet. “Além disso, eu (professor) iria em sala de aula aprofundar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as reações redox e fatores que aceleram o processo de corrosão, realizando experimentos. Após essa pesquisa e a aula ministrada por mim, eu iria propor para os grupos confeccionarem um mapa mental como material de apoio para auxiliar nas pesquisas utilizando os Pontos-Chave da problemática.” <p>Hipóteses de Solução</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não foram descritas as estratégias adotadas. • Possíveis hipóteses: 1. Manutenção recorrente dessa ponte, por parte de autoridades competentes, como utilizar um verniz e sempre retocando com o uso de tintas, os quais iriam promover uma diminuição no contato entre o O₂ e o metal. <p>Aplicação à Realidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Foi proposto que a escola junto com os alunos possa marcar uma reunião com as autoridades competentes a fim de levar essa solução e que eles possam realizar essa manutenção mais vezes a fim de que os alunos e os habitantes daquela região possam transitar sem nenhum perigo.”

Fonte: Autora, 2024.

4.3 UMA BREVE ANÁLISE DOS ARCOS PRODUZIDOS PELOS PARTICIPANTES

A análise das propostas escritas enviadas pelos participantes foi realizada por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), conforme orientado por Moraes e Galiuzzi (2006). Nesse processo, os textos produzidos pelos participantes foram divididos em unidades de sentido, o que constituiu a etapa de unitarização. A partir destas unidades, surgiram diferentes categorias de análise, considerando, por exemplo, os temas abordados e as estratégias adotadas. As categorias obtidas inicialmente foram aprimoradas a fim de contemplar mais adequadamente as unidades de sentido apresentadas.

Ao final do processo, chegamos a cinco categorias principais de análise: os temas e objetivos explorados pelos participantes; as estratégias propostas para Observação da Realidade; as estratégias propostas para a Teorização; o alcance das Hipóteses de Solução exploradas; e as ações de Aplicação à Realidade. Cada uma dessas categorias principais se divide em subcategorias que caracterizam as falas dos participantes. A seguir, serão apresentadas e discutidas cada uma delas.

4.3.1 Pontos de conexão entre a química e a sociedade: os temas e objetivos explorados pelos participantes

A primeira categoria analisa as falas dos participantes a respeito do tema e dos objetivos explorados na proposta enviada. Estes temas foram organizados em três subcategorias principais: meio ambiente, saúde e infraestrutura, conforme é ilustrado no Quadro 23:

Quadro 23 - Temas e objetivos explorados pelos participantes

Subcategoria	Falas relacionadas
Meio Ambiente	<p>Diana: o porquê a poluição ser um problema tão grave para o nosso planeta.</p> <p>Eloísa: Promover a compreensão dos processos de formação e degradação de polímeros e seus principais efeitos no meio ambiente.</p> <p>Caio: Incentivar a observação e coleta de informações sobre a contaminação por mercúrio em áreas afetadas pelos garimpos ilegais.</p> <p>Fernanda: Identificar os problemas ambientais relacionados ao descarte incorreto do óleo de cozinha.</p> <p>Alice: A região ao entorno do IFRJ está enfrentando um problema significativo de cheiro de fumaça, o que sugere uma alta emissão de poluentes gasosos, incomodando estudantes e moradores.</p>
Saúde	<p>Caio: Documentar os impactos [da contaminação por mercúrio] na saúde pública, na biodiversidade e na qualidade de vida das comunidades ribeirinhas e indígenas.</p> <p>Joana: o problema de misturar produtos de limpeza em ambiente doméstico.</p> <p>Gabriela: Coleta de amostras de água de diferentes fontes na escola, como bebedouros e torneiras, pois os alunos estão reclamando sobre um gosto estranho presente na água que persiste a duas semanas.</p>
Infraestrutura	<p>Hiago: Muitos alunos que moram na região passam por uma ponte metálica para chegar na escola. Porém, a maioria dos alunos perceberam que a ponte está se “desfazendo” a cada dia. A partir dessa constatação e com os vídeos que eu disponibilizaria nas minhas aulas sobre reações inorgânicas do tipo oxirredução os alunos iriam escolher essa seguinte situação: “ Por que a ponte está enferrujando a cada dia?”</p> <p>Bruno: “[...] Filas intermináveis para o almoço” e “só consigo comprar salgado...” foram algumas sentenças levantadas durante essa discussão e contribuíram para o problema escolhido: “Quais consequências da grande fila no almoço dos alunos do IFRJ?”.</p>

Fonte: Autora, 2024.

As escolhas de temas feitas pelos participantes indicam uma preferência por aplicar a Metodologia da Problematização na abordagem de questões como a saúde, o meio ambiente e a (falta de) infraestrutura. Desta forma, suas escolhas estão alinhadas às orientações de Berbel (1998), que considera a MP especialmente adequada para a abordagem de temas relevantes para a vida em sociedade.

Além disso, as propostas temáticas apresentadas pelos participantes revelaram uma relação direta com os Temas Contemporâneos Transversais (TCT), justamente por abordarem dois destes temas centrais: a saúde e o meio ambiente. Assim, constatamos o potencial desta metodologia para abordar estes conteúdos considerados essenciais para a educação básica (BRASIL, 2019), o que contribui para que os licenciandos sejam formados com o preparo adequado para incorporar essas novas diretrizes educacionais em suas atuações.

4.3.2 Observar, refletir, discutir: estratégias propostas para Observação da Realidade

Nesta segunda categoria, foram agrupadas as estratégias propostas pelos participantes para a etapa de Observação da Realidade. Entre as estratégias sugeridas, identificamos a exibição de vídeos e reportagens para introduzir o tema aos alunos; a realização de visitas e observações *in loco*, permitindo a identificação de problemas diretamente na realidade; e a promoção de discussões em grupo, para que os estudantes possam compartilhar os problemas de sua vivência que sejam relacionados ao tema. O Quadro 24 reúne as falas dos participantes em relação a cada uma destas subcategorias.

Quadro 24 - Estratégias propostas para Observação da Realidade

Subcategoria	Falas relacionadas
Exibição de vídeos e reportagens midiáticas	<p>Diana: A metodologia problematizadora seria apresentada para alunos do ensino médio através do vídeo “ONU: o plástico está cobrindo e destruindo nosso planeta”.</p> <p>Eloísa: (...) serão mostrados também vídeos e reportagens.</p> <p>Alice: Será apresentado aos alunos um vídeo adaptado de 1min58seg que explica brevemente o que é poluição atmosférica.</p> <p>Híago: (...) a partir dessa constatação e com os vídeos que eu disponibilizaria nas minhas aulas sobre reações inorgânicas do tipo oxirredução os alunos iriam escolher essa seguinte situação: “Por que a ponte está enferrujando a cada dia?”</p>
Observações <i>in loco</i>	<p>Eloísa: Através de uma caminhada pelos arredores do colégio, o professor levará a turma a uma observação.</p> <p>Caio: Podem ser visitas de campo, entrevistas com comunidades locais (...). Fotos, vídeos e relatos podem ser úteis para capturar a realidade do problema.</p>

	Hiago: Muitos alunos que moram na região passam por uma ponte metálica para chegar na escola. Porém, a maioria dos alunos perceberam que a ponte está se “desfazendo” a cada dia.
Discussões com a turma	<p>Alice: Será solicitado aos alunos que pensem em um problema que os assola e que tem relação com a disciplina Gerenciamento de Emissões Gasosas.</p> <p>Joana: será feita a Observação da Realidade na qual os alunos estão inseridos e, por consequência, terão discussões sobre quais os problemas que permeiam suas vivências.</p> <p>Gabriela: Discussão sobre a importância da qualidade da água para a saúde, sobre possíveis contaminantes que podem estar presentes e o estudo acerca de conteúdos de química através do problema estabelecido.</p> <p>Diana: (...) os alunos receberiam um questionário com 03 perguntas: Se o ser humano parasse de produzir plástico agora, a poluição acabaria? Qual a matéria prima do plástico? Você sabe o que é um microplástico?</p> <p>Fernanda: (...) discutir [junto aos estudantes] sobre como é realizado o descarte do óleo de cozinha usado em suas casas.</p> <p>Bruno: Uma dinâmica de apresentação dos problemas de forma escrita foi proposta pelo professor e aceita por eles [os alunos]. No fim, todas as proposições foram lidas, inicialmente debatidas ou pelos próprios alunos ou pelo docente e escritas no quadro para visualização geral dos alunos.</p>

Fonte: Autora, 2024.

As falas trazidas no Quadro 24 indicam que os participantes exploraram propostas variadas para a etapa de Observação da Realidade. A exibição de vídeos e reportagens, citada por Diana, Eloísa, Alice e Hiago, foi considerada uma estratégia positiva pelo grupo durante a aplicação da oficina. Sugerida nas publicações de Cavassani, Andrade e Marques (2023) e de Santos e colaboradores (2022), esta estratégia foi vista como uma boa maneira de introduzir os alunos ao tema, o que se reflete nos Arcos produzidos por eles. Outra estratégia explorada foi a realização de visitas de campo e caminhadas ao redor da escola, permitindo que os alunos observassem os problemas em seu contexto real.

A estratégia mais citada, porém, foi a realização de discussões com a turma para a escolha do problema final. Nessa estratégia, por vezes guiada pelo professor através de perguntas norteadoras, os alunos compartilham problemas que observam em sua realidade e que tenham relação com o tema de estudo. Diante disso, percebe-se que os participantes foram capazes de compreender a importância da participação dos alunos na escolha do problema, algo que foi amplamente discutido ao longo da oficina. De acordo com Berbel (2011), o envolvimento dos alunos na escolha do problema é um fator fundamental para garantir o seu engajamento nas etapas seguintes:

O fato de os alunos, desde o início, analisarem criticamente uma parcela da realidade para problematizá-la e, diante das diferentes possibilidades, elegerem aquele aspecto que consideram mais relevante para o estudo naquele momento, torna-se decisivo para o seu engajamento na continuidade do processo. (BERBEL, 2011, p.34)

Desta forma, percebe-se que os participantes demonstraram domínio da etapa de Observação da Realidade, contemplando os aspectos essenciais dessa fase, como o respeito ao protagonismo dos alunos na escolha de um problema relevante para a disciplina.

4.3.3 Definindo os Pontos-Chave: estratégias utilizadas

A definição dos Pontos-Chave, por sua vez, foi apresentada de maneira uniforme por todos os participantes: todos propuseram a realização de discussões com a turma a fim de levantar fatores e conceitos relacionados ao problema. O Quadro 25 reúne suas falas em relação a esta etapa. Neste caso, não houve subcategorias.

Quadro 25 - Estratégias adotadas na definição dos Pontos-Chave

Catego- ria	Falas relacionadas
Discus- sões com a turma	<p>Diana: As respostas do questionário devem ser apresentadas e discutidas com toda a turma por mediação do professor, e ele deve auxiliar na identificação dos Pontos-Chave.</p> <p>Eloísa: Os alunos formarão uma roda de conversa e falarão sobre os efeitos do plástico no meio ambiente. [...] Subtemas como contaminação, degradação e resistência, microplásticos podem ser abordados pelos alunos.</p> <p>Caio: Em grupos, analisar os dados coletados e identificar os principais fatores que agravam a contaminação por mercúrio, como a localização dos garimpos, métodos de extração de ouro, falta de fiscalização e as condições socioeconômicas das comunidades envolvidas. Identificar os diferentes atores envolvidos (garimpeiros, governo, ONGs, comunidades locais) e seu papel no contexto da contaminação.</p> <p>Fernanda: será proposto que seja feito um diálogo entre toda a turma para que a atividade seja acolhedora e participativa. Os alunos terão 55 minutos para pensar e discutir os pontos chaves principais para essa problematização e sobre a temática. Espera-se dos alunos que eles cheguem a Pontos-Chaves como: Sustentabilidade, óleo de cozinha residual, meio ambiente, poluição, reciclagem, rede de esgoto, efeito estufa, contaminação da água, desperdício, ecossistema.</p> <p>Gabriela: Perguntas: "Qual é a qualidade da água que bebemos na escola?", "Como podemos identificar a presença de contaminantes?" "O que pode causar um sabor anormal? "Podemos relacionar a química com isso"?</p> <p>Bruno: Eles [os alunos] se debruçaram a refletir sobre a falta de tempo e a qualidade da alimentação, utilizando como objeto de estudo os depoimentos levantados pelos alunos na etapa anterior. Os Pontos-Chave escolhidos pelo Grupo 1 foram: Falta de infraestrutura e rotina de aulas muito intensa. Os Pontos-Chave escolhidos pelo Grupo 2 foram: Custo alto para alimentação do lado de fora do campus</p> <p>Alice: A turma será dividida em grupos para que discutam sobre os pontos que consideram necessários enfatizar durante a formação do Arco. Ao final, alguns pontos levantados podem ser: Principais Fontes de Emissão, Níveis de Poluentes, Condições Ambientais, Regulamentação e Controle.</p> <p>Joana: Os alunos deverão conversar e refletir acerca dos possíveis fatores relacionados ao problema. Com essa reflexão, os estudantes poderão definir Pontos-Chave do estudo. Alguns exemplos que eles poderão citar: Produção de gás tóxico, produção de substâncias irritantes, diminuição da eficácia do produto, falta de leitura das embalagens antes do uso, entre outros.</p>

	Hiago: Eu iria conduzir uma roda de conversa com a turma para que os próprios alunos listem quais são as possíveis causas para o problema que estudado por eles. Os principais pontos seriam: oxidação, corrosão, reações redox e técnicas de prevenção.
--	--

Fonte: Autora, 2024.

Conforme se observa, todos os participantes sugeriram estratégias semelhantes para esta etapa, valorizando a participação dos estudantes na definição desses fatores. Entre os Pontos-Chave apresentados, foram listados conceitos como corrosão, poluição atmosférica, contaminação de ecossistemas aquáticos, reciclagem e reações químicas, por exemplo.

Assim, podemos concluir que a maior parte dos participantes planejou a etapa de forma adequada, associando o problema escolhido a conceitos químicos de maneira coerente com os objetivos de seu planejamento. Apenas Bruno indicou a escolha de Pontos-Chave ainda distantes do conhecimento químico, porém relevantes em relação ao problema escolhido.

4.3.4 Explicar, pesquisar, assistir: Estratégias propostas para a Teorização

Em relação às estratégias de Teorização apresentadas pelos participantes, elas foram organizadas em diferentes subcategorias: exposição do conteúdo pelo professor; pesquisas em bibliotecas e na internet; leitura de materiais previamente selecionados pelo professor; exibição de vídeos e palestras para aprofundamento no tema; e a realização de experimentos. O Quadro 26 reúne as estratégias sugeridas pelos participantes, organizadas de acordo com suas subcategorias:

Quadro 26 - Estratégias propostas para a Teorização

Subcategoria	Falas relacionadas
Exposição do conteúdo pelo professor	<p>Diana: (...) o professor deve apresentar os conceitos científicos e técnicos relacionados aos polímeros (...)</p> <p>Diana: Mostrar como os diferentes tipos de polímeros são sintetizados e quais são suas características funcionais.</p> <p>Caio: Falar sobre concentração, soluções, PPM e etc.</p> <p>Bruno: resumo introdutório sobre as classes de macromoléculas na bioquímica.</p> <p>Gabriela: Aula dialogada abordando os métodos de análise da água, como medição de pH, reação de neutralização, e identificação de íons metálicos ou compostos químicos.</p>
Pesquisas em bibliotecas e na internet	<p>Eloísa: Pesquisar e estudar sobre diferentes tipos de polímeros; Buscar sobre o tempo de degradação dos principais; Pesquisar os impactos ambientais; Procurar experimentos sobre a degradação dos plásticos; Buscar alternativas sustentáveis (como descarte, plásticos biodegradáveis, etc.).</p> <p>Caio: Pesquisar teorias e estudos que expliquem a dinâmica da contaminação por mercúrio e suas consequências.</p>

	<p>Fernanda: Os alunos irão começar a procurar respostas para a questão problemática, por meio de pesquisas realizadas na literatura e na internet.</p> <p>Bruno: Pesquisa bibliográfica na internet e na biblioteca do campus.</p> <p>Alice: Os alunos realizarão uma pesquisa prévia e o professor irá contribuir com o aprimoramento das definições e apresentação dos conteúdos pertinentes da disciplina.</p> <p>Joana: os alunos serão instruídos a pesquisarem em casa, durante a semana, o porquê da existência dessa problemática que foi definida anteriormente em sala de aula.</p> <p>Hiago: Foi sugerido a separação de 4 grupos de cinco pessoas para eles possam pesquisar na internet.</p>
Leitura de materiais selecionados pelo professor	Bruno: Leitura de dois textos acadêmicos.
Exibição de vídeos e palestras	<p>Bruno: Palestra introdutória com uma psicóloga especializada em transtorno alimentar e ansiedade e roda de conversa com uma professora do campus que falasse sobre alimentos e uma nutricionista.</p> <p>Joana: Serão passados dois vídeos que estarão na plataforma do Youtube.</p>
Realização de experimentos	<p>Gabriela: o professor pede para que os alunos tragam as amostras de água recolhidas e testem o pH através do papel de tornassol disponibilizado pelo professor.</p> <p>Hiago: eu como professor, iria em sala de aula aprofundar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as reações redox e fatores que aceleram o processo de corrosão, realizando uns experimentos.</p>

Fonte: Autora, 2024.

Conforme se observa no Quadro 26, diversos participantes, como Caio, Bruno, Joana, Hiago e Gabriela, apresentaram estratégias de Teorização que se encaixam em mais de uma subcategoria, articulando abordagens como a exposição do conteúdo pelo professor, a realização de pesquisas na internet e a realização de experimentos. Outros participantes focaram em uma só estratégia para a condução da etapa: Diana, por exemplo, sugeriu apenas a exposição do conteúdo pelo professor, enquanto Eloísa e Alice focaram na realização de pesquisas pelos estudantes.

Observa-se que a maioria dos participantes sugeriu ao menos um tipo de método ativo para a construção de conhecimento, especialmente por meio de pesquisas na internet. Estas propostas estão de acordo com as orientações oferecidas por Berbel (2011, p. 34), segundo a qual o professor deve “[...] atuar como mediador e não como fornecedor de todas as informações ou autoria de todas as decisões”.

No entanto, alguns participantes restringiram-se a atividades que não estimulam uma atitude ativa do aluno nesta etapa: Hiago, por exemplo, sugeriu que o próprio professor explicasse os conteúdos relacionados ao problema identificado por meio de experimentos. Embora essa abordagem seja interessante, percebemos a necessidade de discutir outras possíveis

estratégias ativas para a etapa da Teorização, de forma que esta possa atender aos pressupostos sugeridos por Berbel.

4.3.5 Rumo à transformação: O alcance das Hipóteses de Solução exploradas

Ao analisar as propostas apresentadas pelos participantes para as Hipóteses de Solução, constatamos que foram indicadas ações com diferentes níveis de alcance. Esses níveis constituem as subcategorias desta análise, que são: ações de nível individual ou escolar, como atitudes a serem tomadas pelos próprios estudantes ou pela instituição; ações de nível comunitário, que envolvem a conscientização da comunidade ao redor da escola; ações a nível produtivo ou industrial, em que são sugeridas mudanças nas cadeias produtivas; e ações de nível governamental, nas quais os estudantes se responsabilizam por cobrar os órgãos competentes a agir sobre problema encontrado. O Quadro 27 reúne as estratégias propostas em cada um desses níveis:

Quadro 27 - O alcance das Hipóteses de Solução exploradas

Subcategoria	Falas relacionadas
Nível individual ou escolar	<p>Eloísa: Identificados os problemas, os alunos deverão propor soluções para tratá-los, como por exemplo: Criação de uma campanha de conscientização; desenvolver um panfleto falando sobre os efeitos do plástico; desenvolver uma campanha que incentive menos o uso do plástico; criar um flyer com alternativas biodegradáveis que podem ser usadas como substitutas.</p> <p>Diana: Os alunos são incentivados a buscarem soluções para essa problemática, tais como: métodos para reduzir o uso de plásticos descartáveis; [...] melhora da coleta seletiva.</p> <p>Fernanda: A ideia é que os alunos apliquem os seus conhecimentos adquiridos durante o processo para uma solução sustentável. A solução esperada para esta etapa é que os alunos apontem a possibilidade de criar na escola um ponto de coleta de óleo residual, onde toda a comunidade do entorno escolar também possa deixar lá o seu óleo usado.</p> <p>Bruno: As hipóteses elencadas pela turma se resumiram em duas proposições: Uso de estufas para o aquecimento e conseqüentemente diminuição das filas ou a obtenção de mais micro-ondas e a mudança nos horários letivos para um maior tempo de almoço.</p> <p>Gabriela: Durante o início da aula, o professor pediu que os alunos falassem acerca das hipóteses propostas e as mais escutadas foram: Instalação de filtros para remover os contaminantes, mudança no processo de tratamento de água e a implantação de uma empresa de monitoramento contínuo.</p>
Nível comunitário	<p>Caio: [...] campanhas de conscientização para as comunidades locais.</p> <p>Alice: montagem de folders informativos e entregar para a comunidade interna e ao redor do IFRJ, explicando como a poluição do ar os afeta negativamente.</p> <p>Joana: Neste momento, os alunos deverão ser originais e criativos a ponto de pensarem em hipóteses para a solução do problema proposto. Espera-se que os alunos pensem em alternativas como: Cartazes de conscientização para se colocar no setor de limpeza dos mercados, produzir folhetos para levarem e distribuírem para a família e criar um documento expondo as principais misturas que não devem ser feitas para colar no armário de limpeza das casas.</p>

Nível produtivo ou industrial	<p>Caio: Desenvolver Hipóteses de Solução que possam mitigar a contaminação. Isso pode incluir alternativas tecnológicas para a extração de ouro sem mercúrio [...]</p> <p>Diana: [...] criação de materiais poliméricos biodegradáveis.</p>
Nível governamental	<p>Diana: investimento em infraestruturas de reciclagem e compostagem para garantir que os plásticos descartáveis sejam devidamente processados e reciclados;</p> <p>Caio: políticas públicas de fiscalização mais rígida e programas de recuperação ambiental.</p> <p>Alice: Realizar um abaixo-assinado com assinatura da comunidade interna e externa do IFRJ solicitando que a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Nilópolis realize fiscalizações periódicas com maior frequência para verificar a emissão excessiva de poluentes atmosféricos na região.</p> <p>Hiago: Uma das hipóteses propostas por um dos grupos foi a manutenção recorrente dessa ponte, por parte de autoridades competentes, como utilizar um verniz e sempre retocando com o uso de tintas.</p>

Fonte: Autora, 2024.

A análise indica que uma boa parte dos participantes propôs medidas a serem realizadas em nível escolar ou individual. Um exemplo disso é a criação de métodos para reduzir o uso de descartáveis na escola, sugerido por Diana. Outras soluções que também foram bastante exploradas incluem ações em nível comunitário ou governamental, como as campanhas de conscientização mencionadas por Caio, Alice e Joana, e a realização de um abaixo-assinado, proposta por Alice.

De maneira geral, observa-se que os participantes compreenderam bem a proposta da etapa – afinal, todas as ações propostas visavam uma ação concreta da turma em busca de solucionar o problema. Outro ponto importante a ser destacado é que todas as sugestões enviadas valorizaram o protagonismo dos alunos na apresentação das Hipóteses de Solução: em todas as propostas, as possíveis soluções foram sugeridas pela turma, e não apresentadas pelo professor. Alguns trechos que destacam isso são:

A ideia é que os alunos apliquem os seus conhecimentos adquiridos durante o processo para uma solução sustentável (Fernanda).

Neste momento, os alunos deverão ser originais e criativos a ponto de pensarem em hipóteses para a solução do problema proposto (Joana).

Os alunos, diante do problema estudado e já com dados sólidos sobre como enfrentá-lo, serão divididos em grupos para discutir quais as soluções cabíveis para este problema. O professor irá orientá-los a respeito do que é ou não possível realizar e depois toda a turma apresentará suas hipóteses para decidir a melhor (Alice).

Esta análise indica que os participantes compreenderam de forma positiva a proposta da etapa – afinal, de acordo com Berbel (2011), os alunos são corresponsáveis pela proposição de

alternativas ao problema, o que mobiliza seu potencial como agentes transformadores de sua realidade.

4.3.6 Escolhendo o melhor caminho: Ações de Aplicação à Realidade

Por fim, a quinta categoria reúne as propostas dos participantes para a última etapa do Arco: a Aplicação à Realidade. Aqui, as propostas apresentadas foram subdivididas em três categorias: ações de conscientização, estratégias de implementação prática e abordagens que integram ambas. O Quadro 28 reúne exemplos referentes a cada uma:

Quadro 28 - Ações de Aplicação à Realidade

Subcategoria	Falas relacionadas
Ações de conscientização	<p>Eloísa: A turma deverá apresentar suas propostas finalizadas, evidenciando Pontos-Chave de cada uma e se podem ser aplicadas dentro do contexto escolar [...], comunitário [...] ou ambos. Propor um debate com a comunidade também pode ser considerado, levando em conta que toda a causa teve início através da observação da mesma. O intuito é levar o conhecimento sustentável aos moradores e expor como o lixo pode prejudicar diversos pontos em suas vidas.</p> <p>Joana: Uma aplicação viável para alunos do 1º ano do Ensino Médio poderia ser a colaboração para produção de uma lista de principais misturas que não devem ser feitas para que suas famílias possam colar na área onde ficam os produtos de limpezas. Sendo assim, os pais, os avós e os tios saberiam se poderiam ou não misturar os produtos na hora que forem pegá-los.</p> <p>Diana: A partir das hipóteses levantadas, os alunos devem escolher uma para aplicação no mundo real, mesmo que seja apenas uma campanha de conscientização, sem efeito realmente significativo.</p>
Intervenções práticas	<p>Fernanda: Após realizarem a coleta de óleo residual em suas casas e na vizinhança, a oficina será mediada pelo professor e os alunos poderão colocar em prática seus conhecimentos e produzir sabão ecológico para o uso dentro da escola para a higienização das mãos nos banheiros e no refeitório.</p> <p>Hiago: Foi proposto que a escola junto com os alunos possa marcar uma reunião com as autoridades competentes a fim de levar essa solução e que eles possam realizar essa manutenção mais vezes a fim de que os alunos e os habitantes daquela região possam transitar sem nenhum perigo.</p> <p>Caio: Selecionar uma ou mais soluções e aplicá-las em uma área piloto afetada pela contaminação. Isso pode envolver a colaboração com ONGs, governos locais, e as próprias comunidades. Criar um sistema de monitoramento contínuo para avaliar os efeitos da solução implementada. Recolher feedback das comunidades locais e ajustar as ações conforme necessário.</p>
Ambos	<p>Bruno: Os alunos produziram apresentações contendo as inúmeras doenças crônicas obtidas com os hábitos alimentares que eram submetidos enquanto estavam no campus, fruto da etapa de Teorização, e utilizaram esse material para justificar sua demanda. Além disso, promoveram apresentaram também para o corpo discente se conscientizar da necessidade de uma melhor alimentação.</p>

	<p>Alice: Juntos, professor e alunos irão elaborar o texto do abaixo-assinado proposto, que será entregue pelo professor. Os próprios alunos irão entregar folders impressos ou compartilhar eletronicamente com a comunidade.</p> <p>Gabriela: A aplicação proposta pelos alunos foi a criação de um documento em PDF documentando as descobertas feitas, as conclusões e possíveis soluções para que a problemática seja resolvida. E nesse documento, deve constar a assinatura de todos os alunos participantes e do professor orientador para que seja encaminhado à administração da escola a fim de realizar ações concretas para o tratamento de água e monitoramento periódico. E, propuseram a criação de cartazes em prol de conscientizar a comunidade escolar sobre a qualidade da água e buscarem soluções para todo tipo de problema que envolva a saúde dos alunos e deveres da escola.</p>
--	---

Fonte: Autora, 2024.

Conforme se observa, os participantes da oficina foram capazes de propor uma série de possíveis soluções que poderiam emergir da atuação com os alunos. Suas propostas vão desde campanhas de conscientização para a comunidade, mencionadas por Diana, Eloísa, Joana, Bruno, Alice e Gabriela, até intervenções práticas, como a realização de abaixo-assinados, o envio de cartas aos órgãos competentes e a criação de um ponto de coleta de óleo residual.

De maneira geral, as propostas apresentadas contemplam com uma das principais vantagens da Metodologia da Problematização, que é dar sentido ao conhecimento adquirido ao longo do processo (BERBEL, 2011). Suas propostas possibilitam visualizar como a aplicação de diversos conteúdos químicos, como poluição ambiental, polaridade das moléculas e reações químicas, pode contribuir na resolução de problemas reais, tornando a experiência de aprendizagem seja relevante para o estudante.

Além disso, os participantes propuseram ações que, em maior e menor grau, poderiam contribuir com a superação do problema encontrado ao início. Dessa forma, foi possível observar que o Arco de Magueréz foi concluído, pois, conforme Berbel (1998), as ações selecionadas nas Hipóteses de Solução devem ser levadas para a prática na etapa seguinte, o que está refletido nos planejamentos apresentados pelos participantes.

A aplicação proposta por Diana, no entanto, indicou uma compreensão limitada sobre o alcance das soluções propostas. A participante sugeriu, em seu texto, que os estudantes deveriam implementar alguma solução para o problema, ainda que fosse “uma campanha de conscientização, sem efeito realmente significativo”. Neste caso, percebe-se que a participante não compreendeu as ações de conscientização como verdadeiras possibilidades para a transformação social, ao contrário do que se esperava.

Ainda assim, percebemos que a maioria dos participantes demonstrou amplo domínio sobre os objetivos da Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz, assim como sobre as estratégias adequadas para cada etapa. Dessa forma, concluímos que os Arcos

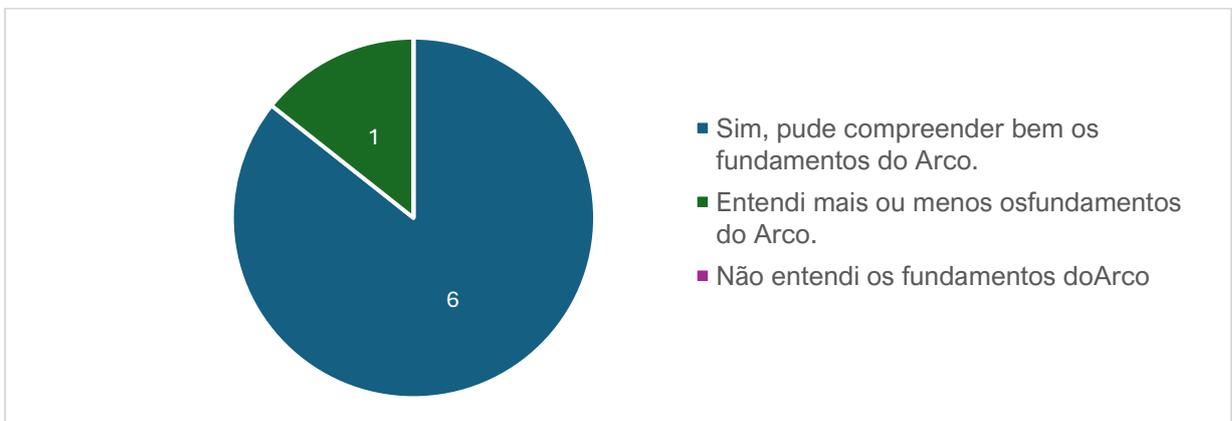
produzidos validaram a contribuição da oficina para a divulgação e compreensão dessa metodologia, especialmente no que diz respeito às habilidades necessárias para planejar sua aplicação em sala de aula.

4.4 RESPOSTAS DOS PARTICIPANTES AO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

Após as atividades em sala, pedimos aos participantes que respondessem a um questionário de avaliação da oficina, disponibilizado por meio da plataforma Google Forms. O questionário foi respondido de forma assíncrona, e recebemos, ao todo, oito respostas. A seguir, serão descritas as respostas dos participantes a cada pergunta.

A primeira pergunta do questionário, “A oficina te ajudou a compreender os aspectos teóricos do Arco de Maguerz?”, tinha como objetivo avaliar o impacto da oficina no entendimento teórico dessa metodologia. Conforme se observa na Figura 10, seis dos sete participantes consideraram que sim, a oficina auxiliou na compreensão de seus fundamentos teóricos. Apenas uma participante, Eloísa, avaliou sua compreensão como mediana.

Figura 10 - Respostas à pergunta 1



Fonte: Arquivo de pesquisa, via Google Forms, 2024.

A segunda pergunta do questionário teve como objetivo avaliar se os participantes se sentiam preparados para aplicar a metodologia em sala de aula. Enquanto a primeira questão focava no entendimento teórico, esta buscava verificar a confiança dos participantes em traduzir a teoria para a prática. Cinco dos participantes responderam afirmativamente, indicando que conseguiram visualizar como implementar a Metodologia da Problematização na prática. Bruno

e Hiago, porém, relataram uma compreensão parcial em relação à aplicação da metodologia. A Figura 11 ilustra as respostas obtidas para esta pergunta.

Figura 11 - Respostas à pergunta 2



Fonte: Arquivo de pesquisa, via Google Forms, 2024.

As demais perguntas foram formuladas em formato aberto, permitindo que os participantes expressassem, em suas próprias palavras, os pontos positivos e negativos da oficina, bem como suas opiniões sobre a metodologia que foi abordada. O Quadro 29 reúne as respostas dos participantes para a terceira pergunta: “Quais dinâmicas da oficina você considerou positivas para sua aprendizagem?”

Quadro 29 - Respostas dos participantes à pergunta “Quais dinâmicas da oficina você considerou positivas para sua aprendizagem?”

Gabriela: Montar o arco de Maguerez, pois conseguimos ver na prática como funciona de fato.
Eloísa: A tentativa de abordar um tema no momento da oficina, usando a metodologia do Arco.
Joana: A explicação dada com os slides e o surgimento das ideias na sala sobre como montar o arco. As ideias foram surgindo pelos alunos da oficina sendo muito bem mediado e explicado.
Ísis: A análise dos textos lidos durante a oficina
Bruno: A exemplificação construída com a turma, onde pude observar o papel do professor naquela dinâmica.
Hiago: Leitura e discussões de alguns artigos que exploraram essa metodologia.
Diana: As leituras dos artigos onde pudemos ver exemplos falhos da aplicação do Arco de Maguerez

Fonte: Autora, 2024.

As respostas dos participantes indicam que a atividade “Nosso Arco de Maguerez”, em que desenvolvemos uma aplicação simulada da Metodologia da Problematização em sala de aula, foi considerada bastante positiva para a compreensão da metodologia. Gabriela, Eloísa, Joana e Bruno citaram esta dinâmica como um ponto positivo da oficina aplicada. Outras atividades também foram valorizadas, como o aprofundamento teórico por meio de slides, mencionado por Joana, e a análise de artigos selecionados, citada por Ísis, Hiago e Diana.

A quarta pergunta, por sua vez, buscava identificar quais aspectos da oficina poderiam ser melhorados nas próximas aplicações. O Quadro 30 apresenta as respostas dos participantes:

Quadro 30 - Respostas dos participantes à pergunta “Quais aspectos da oficina poderiam ser melhorados?”

Gabriela: Gostei bastante, só acho que poderia ter um certificado. No entanto, foi ótimo, muito enriquecedor.
Eloísa: Nada me vem à mente nesse momento.
Joana: Acho que poderia ter tido mais tempo para finalizarmos o arco em sala de aula e não por e-mail.. por conta da vida corrida muita gente pode esquecer de responder.
Ísis: Acredito que está boa do jeito que está, não acho que precise melhorar
Bruno: Nenhum
Hiago: Ter mais tempo e discutir mais problemas para a construção do arco.
Diana: Nenhum

Fonte: Autora, 2024.

Entre os pontos que poderiam ser aprimorados, foram mencionados a emissão de um certificado de participação, proposta por Gabriela, e a ampliação do tempo destinado às discussões em aula, apontada por Joana e Hiago. Conforme relatado por Joana, as etapas finais da atividade “Nosso Arco de Magueréz” foram realizadas de forma assíncrona (“por e-mail”), o que limitou a participação de alguns. Da mesma forma, Hiago também considerou que poderia ter havido um tempo maior para o desenvolvimento desta atividade prática. Ambas as sugestões foram consideradas na elaboração do Produto Educacional final, a ser descrito no Capítulo 5.

Em resposta à quinta questão, que abordava a contribuição da oficina para sua formação docente, os participantes foram unânimes em considerar que as discussões realizadas tiveram um impacto positivo em sua formação. As respostas obtidas estão reunidas no Quadro 31:

Quadro 31 - Respostas dos participantes à pergunta “Você considera que as discussões realizadas ao longo da oficina foram enriquecedoras para a sua formação docente? Por que?”

Gabriela: Sim, é muito importante discutir a cerca de novas metodologias e a forma de aplicá-las em sala de aula.
Eloísa: Sim, acho. Antes da oficina não tive uma ideia muito clara, seguindo somente os conceitos dos artigos oferecidos previamente. Com a oficina, a metodologia se tornou mais clara e compreensível, acredito que tive um bom entendimento.
Joana: Sim. Eu não conhecia a Metodologia do Arco e depois das oficinas eu pude montar um plano de aula com uma proposta de arco que foi elogiada pelo professor. Então acredito que foi bastante enriquecedora pra minha formação.
Ísis: Sim, pois ajudaram a entender o funcionamento do Arco de Magueréz, o que possibilita futuras aplicações da metodologia durante minhas aulas
Bruno: Sim, pois consegui visualizar o papel do professor na dinâmica
Hiago: Sim, pois estávamos em um momento de ouvir as ideias dos colegas e perceber outras reflexões bem interessantes acerca do que estava sendo discutido.
Diana: Sim, pude ter contato com uma metodologia nova e pude sanar as minhas dúvidas.

Fonte: Autora, 2024.

Como vemos, as respostas dos participantes indicam que a oficina contribuiu positivamente para sua formação. Eloísa e Diana relataram que a experiência ampliou sua compreensão sobre o Arco de Magueréz, dando-lhes clareza para elaborar suas próprias propostas ao final do processo. Além disso, a oficina criou um ambiente de troca e diálogo entre os participantes, o que foi visto como um aspecto positivo por Hiago. Essa dinâmica, destacada por ele, facilitou o compartilhamento de ideias e desafios entre os colegas, enriquecendo sua visão sobre a metodologia e sua aplicabilidade.

Por fim, questionamos aos participantes se considerariam adotar esta metodologia de ensino em suas atuações como professores de química. Suas respostas estão reunidas no Quadro 32.

Quadro 32 - Respostas dos participantes à pergunta “Por fim, você adotaria a Metodologia da Problemática com o Arco de Magueréz na sua futura atuação enquanto professor ou professora de química? Por que?”

Gabriela: Sim, entretanto atuaria através de uma problemática mais simples, não elaboraria algo tão complexo.
Eloísa: Sim. Porque a metodologia nos permite acessar ambientes diferentes daqueles proporcionados dentro da sala de aula, considerando também o envolvimento com a comunidade e a fácil integração com outras metodologias.
Joana: Adotaria sim. Tem escolas que te possibilitam tempos divididos com outro professor da mesma disciplina (Qui I e Qui II) e com isso acaba sobrando tempo antes da finalização do bimestre. Então acho que a metodologia poderia ser aplicada sem comprometimento com o cronograma proposto pela coordenação.
Ísis: Sim, porque é uma metodologia que estimula o pensamento crítico no aluno e a contribuição para a realidade na qual ele vive, o que o auxilia a exercer sua cidadania com consciência
Bruno: Sim, em determinados contextos uma vez que a etapa de produção do problema depende de muitos fatores para que a aplicação do arco seja possível.
Hiago: Sim, pois se trata de uma metodologia ativa onde o aluno tenta resolver um problema da sua realidade. Nesse sentido, o arco da mais significado sobre a resolução da problemática, fazendo com que o aluno possa aprender de uma forma mais facilitada e dinâmica.
Diana: Sim, se houvesse tempo hábil, acho que seria uma ótima forma de fazer com que os alunos participassem mais ativamente das aulas.

Fonte: Autora, 2024.

Conforme se observa no quadro, todos os participantes afirmaram que adotariam o Arco de Magueréz em suas atuações. As justificativas apresentadas destacam vários pontos positivos. Eloísa, Ísis e Hiago ressaltaram que a metodologia permite uma aproximação com a realidade do educando, um fator importante para envolvê-los no processo de ensino. De fato, de acordo com Santos e colaboradores (2022), a adoção desta metodologia em aulas de química foi capaz de promover maior engajamento dos estudantes no processo educativo, que passaram a ver a química não como uma disciplina isolada, “(...) mas como ciência que pode mudar sua realidade social” (SANTOS et al., 2022, p. 265).

De maneira semelhante, Diana mencionou que o Arco de Magueres poderia tornar a participação dos alunos mais ativa, o que ela considerou um benefício da abordagem. Além disso, Ísis destacou que a metodologia pode estimular o pensamento crítico e promover o exercício da cidadania, contribuindo para a formação cidadã dos estudantes. Suas falas remetem às vantagens apresentadas por Berbel (2011) para o uso da MP como metodologia ativa: segundo a autora, a trajetória percorrida na MP não só estimula o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento, mas desenvolve também seus aspectos sociais, éticos e políticos, preparando-os para sua atuação cidadã.

Desta forma, as falas dos participantes indicam que eles conseguiram identificar as principais contribuições da Metodologia da Problematização para o ensino de química, como o desenvolvimento de uma postura ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem e a promoção do pensamento crítico. Estas conclusões estão de acordo alinhadas não só às discussões trazidas por Berbel (2011), mas também às conclusões apresentadas por Santos e colaboradores (2022) e Cavassani, Andrade e Marques (2023), que exploraram o método em aulas de química. Segundo Cavassani, Andrade e Marques (2023, p. 9)

Ao promover a autonomia e o senso de responsabilidade, a proposta permitiu respeitar o tempo de aprendizado dos estudantes, criando um ambiente de multiplicidade que agrega valor à compreensão da Química como construto social e histórico relevante para a atuação crítica em prol de uma sociedade mais justa e igualitária.

Os demais participantes consideraram que a aplicação da metodologia seria possível mediante certas ressalvas. Gabriela, por exemplo, considerou que adotaria a metodologia, mas optaria por trabalhar uma problemática mais simples em suas aulas; Joana e Diana, por sua vez, utilizariam esta metodologia caso houvesse tempo hábil para tal. Bruno, por fim, considerou que ela poderia ser adotada em contextos específicos, uma vez que “a etapa de produção do problema depende de muitos fatores para que a aplicação do arco seja possível”.

Ao relacionar a fala de Bruno à análise do Arco proposto por ele, observamos que o participante finalizou a oficina com uma visão restrita sobre a atuação do professor durante a fase de Observação da Realidade. Aparentemente, Bruno não compreendeu que o professor pode orientar a escolha do problema, oferecendo um foco de estudo que se alinhe ao tema da disciplina. Em vez disso, ele demonstrou entender que o problema de estudo deve ser relevante para os participantes, mesmo que não tenha relação direta com o conteúdo proposto. Este ponto indica, mais uma vez, a importância de destacar o papel do professor na escolha de um bom problema de estudo.

De modo geral, concluímos que as respostas dos participantes ao questionário aplicado indicaram que a oficina proposta contribuiu significativamente para a compreensão da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz, especialmente no que se refere aos seus aspectos teóricos. As respostas sugerem também que os participantes consideraram a metodologia uma abordagem trabalhosa, porém rica em possibilidades para o ensino de química, contribuindo para a aproximação com a realidade do educando e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Além disso, quanto a contribuição da oficina para sua formação, todos os participantes consideraram que as atividades realizadas contribuíram positivamente para sua formação docente. Dentre os pontos positivos da proposta, destacam-se a realização da atividade prática “Nosso Arco de Maguerz” e a leitura crítica de artigos selecionados. Como pontos a serem melhorados, foram apontados a falta de tempo para discussões mais profundas e a ausência de emissão de certificado. A partir destas conclusões, elaboramos algumas considerações acerca da aplicação da oficina, a fim de que a mesma pudesse ser melhor orientada no Produto Educacional fruto desta pesquisa. No item a seguir, serão discutidas estas considerações.

4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DA OFICINA

A partir do processo de observação realizado ao longo da oficina, dos Arcos entregues pelos participantes e de suas respostas ao questionário de avaliação, foram tecidas algumas considerações acerca da aplicação da oficina proposta em sala de aula.

De modo geral, no que tange à recepção dos participantes, a participação ao longo das aulas foi considerada bastante positiva.

A divisão de diferentes artigos selecionados entre os participantes se mostrou uma excelente estratégia para estimular a participação de todos nas discussões realizadas. Nos momentos de discussão, os participantes compartilharam diversas possibilidades de aplicação do Arco, destacando seus pontos positivos e negativos. Este movimento contribuiu para estimular o diálogo entre os estudantes, suscitando dúvidas e reflexões, contribuindo para uma compreensão mais ampla acerca da metodologia.

Por outro lado, constatamos que a leitura dos artigos em sala de aula, tal como foi realizada em nossa aplicação, consumiu um tempo valioso ao longo da oficina. Dois participantes consideraram, no formulário de avaliação, que gostariam de ter tido mais tempo para discussões relevantes, como as realizadas na atividade “Nosso Arco de Maguerz”. Por esta razão,

consideramos ser importante que, caso a leitura dos artigos seja realizada em sala, as aulas tenham uma duração maior, de modo que ao menos 20 minutos sejam dedicados somente para a leitura de cada trecho.

Outro aspecto positivo observado durante a realização da oficina foi a realização de atividades práticas, como a atividade “Nosso Arco de Maguerz” e a elaboração dos Arcos pelos participantes. Assim como a reflexão crítica acerca dos artigos, estes momentos foram bastante produtivos para esclarecer dúvidas e retomar pontos importantes acerca de cada etapa da metodologia. Diversos participantes mencionaram, em suas avaliações, que a realização de exercícios práticos ao longo da oficina contribuiu positivamente para seu aprendizado.

Um ponto a ser observado, porém, é a importância de incentivar os participantes a se posicionarem como professores, e não como estudantes, durante a realização destas atividades. Na atividade “Nosso Arco de Maguerz”, os participantes escolheram um problema relevante para eles enquanto alunos do IFRJ, mas que não tinha uma associação direta com conteúdos químicos que poderiam ser trabalhados. Ao longo do processo, ficou claro para os participantes que a escolha do problema impactou diretamente o rumo da investigação, evidenciando a importância de o professor orientar adequadamente a escolha do problema de estudo.

Além disso, outro aspecto importante a ser esclarecido são as possibilidades para a escolha do problema na Observação da Realidade e para as ações práticas de Aplicação à Realidade. Em nossa aplicação da oficina, percebemos que estas foram as etapas que geraram maior dúvida entre os participantes.

Em relação à primeira etapa, as dúvidas giraram em torno do papel do professor na escolha do problema: é possível que o professor apresente um problema pronto? O professor pode orientar esta escolha ou ela deve partir exclusivamente dos alunos? O problema pode requisitar uma resolução para além do alcance dos estudantes? Neste sentido, verifica-se a importância de que o aplicador da oficina tenha uma boa base teórica para saber responder a estas perguntas. Conforme discutido anteriormente, o professor pode orientar o “foco maior” da observação, a fim de que o problema escolhido tenha alguma relação com a unidade que está sendo estudada. Na Observação da Realidade, conforme Berbel, “todas as perguntas possíveis podem e devem ser feitas, de modo a registrar os fenômenos que estão presentes nessa parcela da realidade social, **tendo como foco principal o campo de estudos**” (BERBEL, 1995, p. 14, grifo nosso).

Além disso, o alcance das ações de aplicação da realidade também suscitou diversas dúvidas entre os participantes. Eles questionaram, por exemplo, se a apresentação de

alternativas ecológicas para a produção de café, sugerida por Santos e colaboradores (2022), constituiria uma verdadeira ação de retorno à realidade, ou se seria preciso a aplicação destas sugestões pelos produtores locais. Foi preciso esclarecer, em mais de uma oportunidade, que a ação dos estudantes ao conscientizar os produtores locais a respeito destas alternativas ecológicas constituiu, sim, o fechamento do Arco.

No entanto, percebemos a necessidade de abordar este ponto com certo cuidado: Diana, por exemplo, sugeriu em seu Arco que a aplicação da realidade poderia se dar através de uma campanha de conscientização “sem efeito realmente significativo”. Na verdade, a realização de campanhas de conscientização deve ter por trás uma verdadeira intenção de gerar mudanças de pensamento e de prática pela comunidade local. Neste sentido, é importante destacar aos participantes da oficina um dos principais objetivos do Arco: a formação de estudantes comprometidos com a transformação do meio em que vivem (BERBEL, 1998). Desta forma, seja através de campanhas de conscientização bem elaboradas, ou de mudanças de prática bem fundamentadas, a Aplicação à Realidade deve ter como resultado o comprometimento dos estudantes com a superação dos problemas locais.

Por fim, seguindo a sugestão de Gabriela, consideramos que a emissão de certificados de participação ao final da oficina possa constituir uma forma de valorizar a participação dos estudantes ao longo do processo. Conforme apontado por Silvério, Torres e Maestrelí (2013), os estudantes de licenciatura criticam o fato de que muitas de suas produções ao longo do curso são pouco valorizadas, sendo esquecidas logo após o fim do semestre. Neste contexto, ações como a emissão de certificados ou a publicação de artigos em coautoria com os participantes, compartilhando suas propostas com outros pares, podem contribuir para reconhecer e valorizar o esforço dos estudantes durante a oficina.

A partir destas considerações, elaboramos o Produto Educacional fruto desta pesquisa: um guia pedagógico para a aplicação da oficina “Arco de Magueréz no Ensino de Química” para estudantes de licenciatura em química. O capítulo a seguir trata da elaboração deste Produto Educacional.

5 PRODUTO EDUCACIONAL

A partir da pesquisa realizada, foi elaborado o Produto Educacional “Ensino de Química com Arco de Magueréz: guia prático para uma educação transformadora”. Elaborado em formato de livro digital (e-book), o material reúne uma breve fundamentação teórica sobre a Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz, alguns exemplos do uso desta metodologia em aulas de química e, por fim, as orientações para a aplicação da oficina em cursos de licenciatura em química. Além disso, o material também apresenta sugestões de leitura para o docente que deseje se aprofundar nesta metodologia e acompanha uma pasta virtual com materiais complementares para apoio na oficina. A Figura 12 apresenta a capa do Produto Educacional elaborado.

Figura 12 - Capa do Produto Educacional



Fonte: Autora, 2024.

O formato de e-book foi escolhido para possibilitar um acesso fácil ao professor interessado: com o material em .pdf, é possível acessar com facilidade as orientações da oficina e os links associados, como a pasta de materiais complementares. O Repositório Institucional da Universidade Federal Fluminense (RIUFF) reúne outros *e-books* com propostas semelhantes, como o “Guia Pedagógico: Mudanças climáticas com abordagem CTS, visando a Alfabetização Científica” (GAMA; COSTA, 2024)⁷.

No subitem a seguir, serão apresentadas as três partes que compõem este Produto Educacional.

⁷ Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/34490>. Acesso em 27 nov. 2024.

5.1 ESTRUTURAÇÃO DO MATERIAL

O *e-book* elaborado se divide em seis capítulos. O Quadro 33, a seguir, resume o sumário do Produto Educacional:

Quadro 33 - Sumário do Produto Educacional

Capítulos do Produto Educacional
1. Introdução
2. Arco de Magueréz: do que se trata?
3. Como trazer o Arco de Magueréz para as aulas de química?
4. Oficina pedagógica: Arco de Magueréz para licenciandos em química
5. Considerações finais
6. Sugestões de leitura

Fonte: Autora, 2024.

O Capítulo I, Introdução, apresenta uma breve apresentação dos autores e oferece uma discussão inicial sobre o potencial da metodologia abordada para o ensino de química. O objetivo deste capítulo é mostrar como essa abordagem pode ser valiosa para o ensino de química, contribuindo para a contextualização do ensino e para a formação de cidadãos comprometidos com a transformação social.

Em seguida, apresenta-se o Capítulo 2, “Arco de Magueréz: do que se trata?”. Este capítulo está organizado em cinco subcapítulos, cada um dedicado a uma das etapas do Arco. Em cada subcapítulo, são abordados os fundamentos teóricos de cada etapa, conforme os pressupostos trazidos pela professora Neusi Berbel (1995), e são apresentadas sugestões práticas para a sua implementação. Na etapa de Observação da Realidade, por exemplo, buscamos destacar os critérios para a escolha do problema de estudo, tema que foi alvo de dúvida ao longo de nossa aplicação da oficina.

Além disso, cada subcapítulo apresenta exemplos de aplicações retiradas da literatura, mostrando como cada etapa foi explorada em diferentes estudos. Para a Observação da Realidade, utilizamos Santos e colaboradores (2022); para os Pontos-Chave, o artigo de Monteiro e Marcelino (2018); na Teorização, exemplificamos com Cavassani, Andrade e Marques (2023); para as Hipóteses de Solução, o trabalho de Andrade e Simões (2018); e, finalmente, para a Aplicação à Realidade, utilizamos Santos et al. (2022) e Andrade e Simões (2018). A Figura 13, a seguir, demonstra o interior do Capítulo 2 do Produto Educacional.

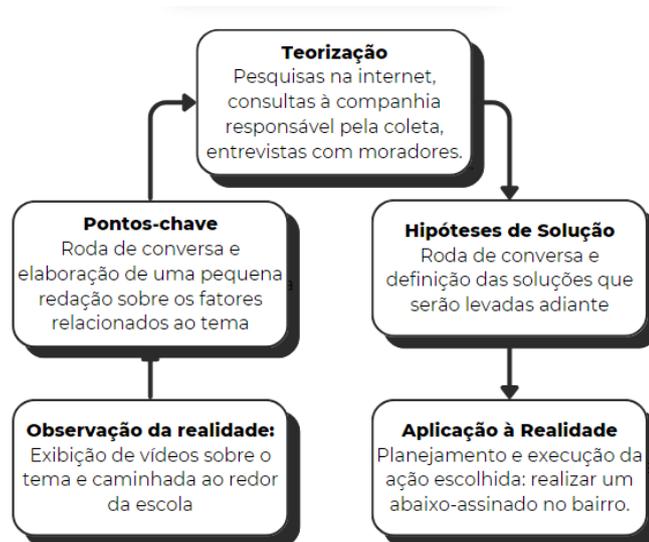
Figura 13 - Interior do Capítulo 2



Fonte: Autora, 2024.

No Capítulo 3, “Como utilizar o Arco de Maguerez em aulas de química?”, são exploradas as contribuições da metodologia apresentada para o ensino de química. Neste capítulo, é apresentado um exemplo de como a metodologia pode ser aplicada em sala de aula, utilizando como base o conteúdo de tratamento de resíduos sólidos. O objetivo deste terceiro capítulo é tornar mais claro como um conteúdo químico pode ser abordado com base no Arco de Maguerez, exemplificando todas as suas etapas a partir de um mesmo problema. A Figura 14 resume a proposta apresentada como exemplo no capítulo.

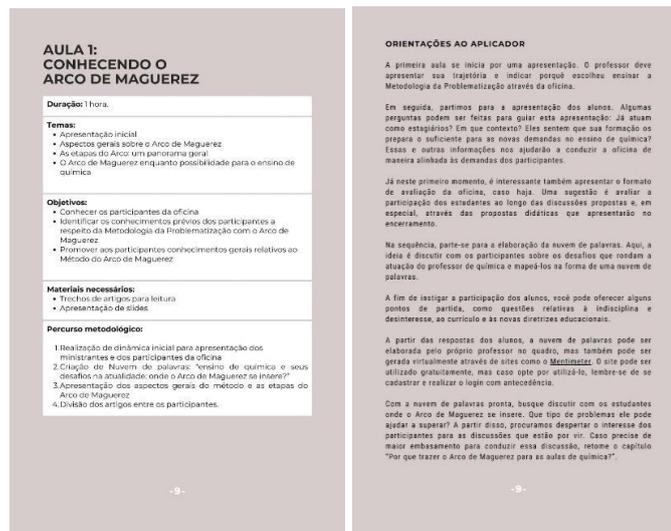
Figura 14 - Exemplo apresentado no Capítulo 3



Fonte: Autora, 2024.

O Capítulo 4 apresenta, enfim, os detalhes da proposta de oficina “Arco de Magueréz no ensino de química: possibilidades para uma educação transformadora”. Nesse capítulo, são apresentados os planejamentos de cada uma das cinco aulas da oficina, além das orientações para aplicá-la em sala de aula. O capítulo inclui também os links de acesso para o material complementar, com slides e quadros de apoio. Na Figura 15, é possível observar o planejamento da Aula 1 e as orientações referentes à sua aplicação:

Figura 15 - Interior do Capítulo 4



Fonte: Autora, 2024.

Na seção "orientações ao aplicador", são descritas em detalhes as ações a serem realizadas em cada etapa da oficina. Para isso, são sugeridos questionamentos que possam guiar as discussões entre os participantes e destacados alguns pontos essenciais para nortear o aprofundamento teórico. Também são apresentadas as orientações necessárias para a realização das atividades práticas, como a importância de incentivar os participantes a assumirem o papel de professores durante a atividade “Nosso Arco de Magueréz”.

O capítulo de Considerações Finais, por fim, reúne algumas orientações importantes acerca da aplicação da oficina e retoma os objetivos do material proposto. Em sequência, há algumas sugestões de leitura para aprofundamento na Metodologia da Problematização, como os artigos “A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos?” (BERBEL, 1998); “A Metodologia da Problematização com o Arco de Magueréz e sua relação com os saberes de professores” (COLOMBO; BERBEL, 2007) e “Metodologia da problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o ensino superior” (BERBEL, 1995).

O produto desenvolvido classifica-se enquanto artefato virtual e atende às exigências da CAPES quanto à elaboração de um Produto Educacional em um Mestrado Profissional (BRASIL, 2019), uma vez que sua elaboração se deu a partir de um processo de pesquisa alinhado às demandas da prática profissional. Além disso, consideramos que o processo foi validado em segunda instância, uma vez que os resultados de sua aplicação foram analisados e culminaram na reelaboração do produto (RIZZATTI et al, 2020).

Uma vez aprovado, o Guia elaborado ficará disponível no site do Repositório Institucional da Universidade Federal Fluminense (RIUFF)⁸ e também no site do grupo de pesquisa Rotas Metodológicas para o Ensino de Ciências (RoMEC)⁹, do qual esta pesquisa faz parte. O site do grupo reúne as publicações e produtos educacionais produzidas pelos diversos pesquisadores a eles associados, todos na área de Ensino de Ciências.

Espera-se, enfim, que este Produto Educacional sirva como ferramenta para apoiar a aplicação da oficina por professores formadores e também como meio de divulgação da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez entre os profissionais do ensino de química. Como possibilidades para a implementação da oficina, propõe-se sua aplicação não apenas em contextos de sala de aula formal, mas também em semanas acadêmicas, como guia para realização de minicursos, ou em outras atividades que se voltem à formação de professores de química. Desta forma, objetiva-se contribuir para a construção de um ensino de química mais conectado com as vivências do educando, promovendo a aprendizagem de conteúdos químicos de forma integrada à formação cidadã.

⁸ Disponível em < <https://app.uff.br/riuff/>>. Acesso em 27 nov. 2024.

⁹ Disponível em < <https://romec.com.br/>>. Acesso em 27 nov. 2024.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desta pesquisa foi analisar como a aplicação de uma oficina baseada no Arco de Maguerez poderia contribuir para a formação inicial de licenciandos em Química. Para atingir a este objetivo final, foram traçados três objetivos específicos: elaborar e aplicar uma oficina para estudantes de Licenciatura em Química; investigar as percepções dos participantes sobre a oficina e suas contribuições para sua formação docente, e desenvolver um guia prático para aplicação da oficina por professores formadores a licenciandos em química.

Os dados coletados ao longo da aplicação da oficina evidenciaram que as atividades propostas não só promoveram uma compreensão aprofundada da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez, mas também geraram uma reflexão crítica sobre a prática docente. A análise das falas dos participantes durante as discussões propostas, coletadas via observação participante, demonstrou que a metodologia foi bem compreendida de modo geral, comprovando a contribuição da oficina para o entendimento da metodologia.

Os Arcos produzidos demonstraram, de modo especial, o domínio dos participantes acerca dos objetivos de cada etapa e das possíveis estratégias para sua execução. Em seus planejamentos, os participantes foram capazes de articular diferentes conhecimentos químicos a temas próximos à realidade dos educandos, como meio ambiente, saúde e infraestrutura. Além disso, os participantes foram unânimes em declarar, no questionário de avaliação, que as atividades desenvolvidas tiveram um impacto positivo em sua formação, por possibilitar o aprofundamento em uma metodologia de ensino inovadora e a reflexão sobre a prática docente.

Como pontos a serem melhorados, destacamos a necessidade de orientar com mais detalhes a atividade “Nosso Arco de Maguerez”, de maneira a garantir que os participantes escolham problemas apropriados, relacionados ao conhecimento químico, de forma que possam participar de forma efetiva ao longo do processo. Além disso, identificamos a necessidade de dar maior ênfase aos aspectos que fundamentam as etapas de Observação e Aplicação à Realidade, que geraram as maiores dúvidas durante a aplicação da oficina.

Outro ponto a ser considerado é que, de início, os participantes apresentaram certa dificuldade em estabelecer conexões entre os problemas que poderiam emergir de suas atuações e os conhecimentos químicos a eles relacionados. Nesse sentido, é importante discutir com os participantes o papel do professor nesse processo, que deve escolher cuidadosamente os temas que podem ser explorados através do método. Com a orientação adequada por parte do

professor, os problemas de estudo, escolhidos pelos estudantes em sala de aula, poderão ser aprofundados de forma mais completa nas aulas de química.

A partir destas considerações, foi elaborado o Produto Educacional resultante desta pesquisa: um guia pedagógico, em formato de *e-book*, voltado a orientar a aplicação da oficina “Arco de Maguerez no ensino de química: possibilidades para uma educação transformadora”, já aprimorada. Voltado para professores formadores na licenciatura em química que desejem explorar esta metodologia com estudantes de licenciatura, espera-se que este *e-book* sirva também para promover a divulgação desta metodologia no âmbito do ensino de química.

Acerca das limitações desta pesquisa, ressalta-se o número reduzido de aplicações da oficina (apenas uma), que foi realizada pela própria professora-pesquisadora, o pequeno número de participantes nas aplicações (apenas dez) e a flutuação na frequência dos participantes ao longo das cinco aulas, o que pode ter prejudicado sua compreensão global sobre a oficina. Neste sentido, consideramos que este estudo pode ser ampliado através de novas aplicações da oficina, considerando diferentes contextos e sendo ministradas por diferentes professores formadores, com base no *e-book* proposto. Desta forma, será possível avaliar o processo sob outras perspectivas, para além da destacada aqui.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, A. F.; MACHADO, P. C. Desafios do curso de Licenciatura em Química: o que apontam os futuros professores. *In: Encontro de Educação em Ciências e Matemática*, 3., 2020, Araras. **Anais [...]** Araras: Universidade Federal de São Carlos, 2022. p. 167 – 176.
- ANDRADE, R. A. de; SIMÕES, A. S. de M. Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química. **Revista Thema**, v. 15, n. 1, p. 5–24, 2018.
- ARGUELLO, C. D. V.; MESSEDER, J. C. Arco de Maguerez no ensino de química: produções acadêmicas entre 2013 e 2023. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 10, n. 1, p. 171-185, 2024.
- BALDAQUIM, M. J.; LORENCINI JÚNIOR, A. A Prática como componente curricular em cursos de Licenciatura em Química: revisão das teses e dissertações. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 13, n. 5, p. 1–23, 2022.
- BERBEL, N. A. N. Metodologia da Problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o Ensino Superior. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 16, n. 2, p. 9-19, 1995.
- BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface**, Botucatu, v. 2, n. 2, p.139–154, 1998a.
- BERBEL, N. A. N. **Metodologia da problematização: experiências com questões de ensino superior**. Londrina: EDUEL, 1998b.
- BERBEL, N. A. N. (Org.). **Metodologia da problematização: fundamentos e aplicações**. Londrina: EDUEL, 1999.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40. 2011.
- BERBEL, N. A. N. **A metodologia da problematização com o arco de Maguerez: uma reflexão teórico-epistemológica**. Londrina: EDUEL, 2012a.
- BERBEL, N. A. N. A metodologia da problematização em três versões no contexto da didática e da formação de professores. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 12, n. 35, p. 101-118, 2012b.
- BERBEL, N. A. N. Metodologia da problematização: respostas de lições extraídas da prática. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 35, n. 2, p. 61-76, 2014a.
- BERBEL, N. A. N. **Metodologia da Problematização: fundamentos e aplicações**. Londrina: EDUEL, 2014b.
- BERBEL, N. A. N. **A metodologia da problematização com o arco de Maguerez: uma reflexão teórico-epistemológica**. Londrina: EDUEL, 2016.

BERBEL, N. A. N.; GAMBOA, S. A. S. A metodologia da problematização com o Arco de Magueréz: uma perspectiva teórica e epistemológica. **Filosofia e Educação**, v. 3, n. 2, p. 264-287, 2011.

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, M. **Estratégias de ensino-aprendizagem** (30ª ed.). Petrópolis: Editora Vozes, 2010.

BRASIL. **Decreto-lei nº 1.190, de 4 de abril de 1939**. Dá organização à Faculdade Nacional de Filosofia. Diário Oficial da União: Seção 1, Rio de Janeiro, RJ, p. 7929 - 7933, 1939.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP 2/2002, de 19 de fevereiro de 2002**. Institui a duração e a carga horária dos Cursos de Licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. Brasília: Diário Oficial da União, 2002a.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP 1/2002, de 18 de fevereiro de 2002**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, Curso de Licenciatura, de graduação plena. Brasília: Diário Oficial da União, 2002b.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CES 15/2005, de 02 de fevereiro de 2005**. Solicitação de esclarecimento sobre as Resoluções CNE/CP nos 1/2002, e 2/2002. Brasília: Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP 2/2015, de 01 de julho de 2015**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (Cursos de Licenciatura, Cursos de formação pedagógica para graduados e Cursos de segunda Licenciatura) e para a formação continuada. Brasília: Diário Oficial da União, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Temas Contemporâneos Transversais na BNCC: Contexto Histórico e Pressupostos Pedagógicos**. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP 2/2015, de 20 de dezembro de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília: Diário Oficial da União, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP 4/2024, de 29 de maio de 2024**. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério da Educação Escolar Básica (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados não licenciados e cursos de segunda licenciatura). Brasília: Diário Oficial da União, 2024.

CAVASSANI, T. B.; ANDRADE, J. J.; MARQUES, R. N. O Arco de Magueréz como Oportunidade para a Aprendizagem Problematizadora e Ativa no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 45, n. 2, p. 142-151, 2023.

CHRYSOSTOMO, T. da S.; MESSEDER, J. C. Uma visão sobre a Prática como Componente Curricular utilizando oficinas pedagógicas e recursos midiáticos no Ensino de Química. **Revista Internacional de Formação de Professores**, v. 2, n. 4, p. 139–155, 2017.

COLOMBO, A. A.; BERBEL, N. A. N. A Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz e sua relação com os saberes de professores. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 28, n. 2, p. 121-146, 2007.

COSTA, F. T. **Políticas curriculares para formação de professores de química: a prática como componente curricular em questão**. 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Educação, Cuiabá, 2012.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017.

DOMINGUES, A. D. P. **O Estágio curricular na formação do pedagogo: Um estudo utilizando a Metodologia da Problematização**. 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, 2012.

DOURADO, S.; RIBEIRO, E. Metodologia Qualitativa e Quantitativa. In: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; BATISTA, M. C. (org.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. 2. ed. Ponta Grossa: Atena, 2023. p. 12-30.

FREIBERGER, R. M.; BERBEL, N. A. N. A importância da pesquisa como princípio educativo na atuação pedagógica de professores de educação infantil e ensino fundamental. **CADERNOS DE EDUCAÇÃO**, Pelotas, v. 37, p. 207-245, 2010.

GAMA, L. P. N.; COSTA, I. **Guia Pedagógico: Mudanças climáticas com abordagem CTS, visando a Alfabetização Científica**. Niterói, 2024. 28 p. Disponível em <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/34490>>. Acesso em 27 nov. 2024.

GOMES, C. A., MATHIAS, M. D. S., BARBOSA, L. T. C.; RAMOS, C. D. N.; BARCELLOS, P. S., HYGINO, C. B., MARCELINO, V. D. S. Uso de metodologias problematizadas em aulas de química: uma proposta na formação inicial. **ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v. 4, n. 1, p. 116-132, 2017.

IFRJ. Curso de Licenciatura em Química Campus Nilópolis. **Ementas e Programas das Disciplinas**. Nilópolis, 2019. Disponível em <https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/PROGRAD/ementario_lq-nil_2018-outubro2018.pdf>. Acesso em 17 out. 2024.

IFRJ. Curso de Licenciatura em Química Campus Nilópolis do IFRJ. **Projeto Pedagógico de Curso – PPC**. Nilópolis, 2018. Disponível em <https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/PROGRAD/ppc_2018_lq-nilopolis-outubro2018.pdf>. Acesso em 17 out. 2024.

KIMURA, R. K. **Aplicação da Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz para a Aprendizagem Significativa de Química**. 2020. 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

- LIMA-JÚNIOR, C. G.; CAVALCANTE, A. M. de A.; OLIVEIRA, N. de L.; SANTOS, G. F. dos; MONTEIRO-JÚNIOR, J. M. A. Sala de Aula Invertida no Ensino de Química: Planejamento, Aplicação e Avaliação no Ensino Médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 3, n. 2, p. 119–145, 2017.
- LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; MARSDEN, M.; ALVES, N. G. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1275-1280, 2011.
- LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L. S. Metodologias Ativas de Aprendizagem: uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, p. 154-171, 2018.
- MONTEIRO, M. M.; MARCELINO, V. de S. O uso da metodologia da problematização com o Arco de Maguerez para o ensino de química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 3, p. 33-46, 2018.
- MARCATTO, F. S. F.; PENTEADO, M. G. O Lugar da Prática nos Projetos Pedagógicos de Cursos de Licenciatura em Matemática. **Acta Scientiae**, v. 15, n. 1, p. 61-75, 2013.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.
- MORAES, L. D. M.; CARVALHO, R. S.; NEVES, Álvaro J. M. O Peer Instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de química. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 2, n. 3, p. 107–131, 2016.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.
- MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação Por Escrito**, v. 5, n. 2, p. 154–164, 2014.
- NÓVOA, A. Devolver a formação de professores aos professores. **Cadernos de Pesquisa em Educação**, v. 18, n. 35, p. 11-22, 2012.
- OLIVEIRA, T. E.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. **Física na escola**, v. 14, n. 2, p. 4-13, 2016.
- OLIVEIRA, S. L. de; SIQUEIRA, A. F.; ROMÃO, E. C. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino Médio: estudo comparativo entre métodos de ensino. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 34, n. 67, p. 764-785, 2020.
- OLIVEIRA, V. P. D.; MARQUES, F. B.; ADMIRAL, T. D. Sequência didática baseada no Arco de Maguerez a partir do diagnóstico sobre o tema radioatividade. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 6, n. 18, p. 711-730, 2020.

PEREIRA, W. S.; MESSEDER, J. C. Estudo de casos: uma realidade operacional aplicada ao ensino de química num curso de formação de oficiais bombeiros. **Revista Ciências & Ideias**, v. 7, n. 3, p. 274-297, 2016.

PERUZZO, C. M. K. Pressupostos epistemológicos e metodológicos da pesquisa participativa: da observação participante à pesquisa-ação. **Estudios sobre las Culturas Contemporáneas**, v. 23, n. 3, p. 161-186, 2017.

RIZZATTI, I. M.; MENDONÇA, A. P.; MATTOS, F.; RÔÇAS, G. SILVA, M. A. B. V. da; CAVALCANTI, R. J. S.; OLIVEIRA, R. R. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO**, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2020.

ROSA, L. F. D. A. **Proposta de intervenções pedagógicas para o ensino de química visando uma educação ambiental crítica antirracista**. 2023. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro.

SANTOS, T. L.; MARQUES, F. C.; RODRIGUES JÚNIOR, E.; SILVA, J. C. M. Problematização a partir do Arco de Magueréz: produção de café como tema gerador no ensino de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 5, n. 1, p. 243-268, 2021.

SANTOS, P. E. N. D.; RIEHL, C. A. D. S. Aplicação de uma Sequência Didática para o Ensino Médio na Temática Drogas através do Arco de Magueréz para a Desmistificação da Ciência. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 836-844, 2021.

SANTOS, F. C. dos; SARMENTO, G. M. O MUNDO REAL COMO FORÇA MOTRIZ NAS METODOLOGIAS ATIVAS. **Fórum de Metodologias Ativas**, v. 3, n. 1, p. 326-343, 2021.

SANTOS, C. P. dos; SOARES, S. R. Aprendizagem e relação professor-aluno na universidade: duas faces da mesma moeda. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 22, n. 49, p. 353-369, 2011.

SILVA, P. J. da; GUIMARÃES, O. M. Concepções da Prática como Componente Curricular nos Cursos de Licenciatura em Química dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 565-594, 2019.

SILVA JÚNIOR, J. N. D.; BARBOSA, F. G.; MAFEZOLI, J.; LIMA, M. A. S. Utilização do Arco de Magueréz Modificado como uma Metodologia Problematizadora na Síntese da p-Nitroacetanilida. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 4, p. 978-988, 2014.

SILVÉRIO, L. E. R.; TORRES, J. R.; MASTRELLI, S. R. P. Um panorama sobre as “Práticas como Componente Curricular” no curso de graduação em Ciências Biológicas da UFSC. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]** Águas de Lindóia: ENPEC, 2013. p. 1 - 8.

SOARES, R. G.; CORRÊA, S. L. P.; FOLMER, V.; COPETTI, J. A problematização como ferramenta de formação de professores sobre metodologias ativas. **Acta Scientiarum. Education**, v. 44, n. 1, p. 1-13, 2021.

SOARES, R. G.; ENGELS, P. B.; COPETTI, J. Formação docente e a utilização de metodologias ativas: uma análise de teses e dissertações. **Ensino & Pesquisa**, v. 17, n. 3, p. 105-121, 2019.

STROHER, J. N. S.; HENCKES, S. B. R.; GEWEHR, D.; STROHSCHOEN, A. Estratégias pedagógicas inovadoras compreendidas como metodologias ativas. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 734-747, 2018.

TAGLIARI, C. P. **Desenvolvimento e avaliação da metodologia da problematização na formação de estudantes do ensino superior**. Orientador: Profa. Dra. Sandra Andréa Cruz. 2020. 125 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.

WOUTERS, E.; SARTORI, J. A visão de licenciados em química sobre a Prática como Componente Curricular. **Linhas Críticas**, v. 28, p. e43111, 2022.

ANEXO I

Carta de Anuência da Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do IFRJ



CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos que esta Instituição tem interesse em participar do projeto: Arco de Magueréz no Ensino de Química: possibilidades para uma educação problematizadora, proposto pela pesquisadora: Camila de Viana Arguello, autorizando a sua execução.

Declaramos ainda, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/2012 e a Resolução CNS 510/2016. Esta instituição está ciente de suas co-responsabilidades como instituição co-participante e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes do projeto de pesquisa nela recrutados dispondo da infra-estrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Esta autorização está condicionada à aprovação final da proposta pelo (s) Comitê (s) de Ética em Pesquisa responsável (is) por sua avaliação.

Nilópolis, 22 de dezembro de 2023

Documento assinado digitalmente
MICHELLE COSTA DA SILVA
Data: 22/12/2023 08:16:17 -0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Michelle Costa da Silva
Coordenadora do Curso de Graduação em Licenciatura em Química

APÊNDICE I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Dados de identificação

Título do Projeto: Arco de Maguerz no ensino de química: possibilidades para uma educação problematizadora.

Pesquisador Responsável: Camila Arguello da Silva.

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: Universidade Federal Fluminense.

Telefones para contato do Pesquisador:

(21) 988137569

Outras formas de contato com o pesquisador

E-mail: prof.camilaarguello@gmail.com

Nome do Participante: _____.

O(A) Sr.(^a) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa “Arco de Maguerz no ensino de química: possibilidades para uma educação problematizadora”, de responsabilidade da pesquisadora Camila Arguello da Silva.

O objetivo da pesquisa é investigar o potencial didático-pedagógico, na formação inicial de professores de química, de uma oficina sobre a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz. A partir dos resultados da pesquisa, espera-se elaborar orientações para o ensino do Método do Arco de Maguerz a licenciandos em química, contribuindo com a formação de professores de química e com a inovação em sala de aula.

Para tanto, o estudo buscará conhecer as percepções de estudantes de Licenciatura em Química a respeito de uma oficina sobre a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerz. Esta oficina será realizada com estudantes de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, que em 2024.1 estejam cursando a disciplina Química em Sala de Aula III.

Caso o estudante aceite participar da pesquisa, as contribuições e falas fornecidas por ele durante a oficina serão registradas em diário de bordo e posteriormente analisadas pela pesquisadora. Vale ressaltar que todas as colocações serão utilizadas de forma anônima, garantindo assim a privacidade dos participantes.

Rubrica do pesquisador

Rubrica do participante

Participando da pesquisa, você contribuirá para que saibamos os pontos positivos e negativos da abordagem proposta e quais foram as contribuições para sua formação. A partir dessas contribuições, poderemos remodelar a oficina, tornando-a mais alinhada à formação teórica e profissional dos estudantes de Licenciatura em Química. Desta forma, esperamos auxiliar na formação de professores de química ainda mais preparados para atuar em sala de aula.

Ressaltamos ainda que a participação na pesquisa é voluntária e seu consentimento pode ser retirado a qualquer tempo sem qualquer penalização a você ou ao seu rendimento na disciplina. A fim de sanar quaisquer dúvidas, é possível entrar em contato com a pesquisadora através do número de telefone e do e-mail indicado acima, ou com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), cujos dados para contato são indicados abaixo.

Os Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) são compostos por pessoas que trabalham para que todos os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos sejam aprovados de acordo com as normas éticas elaboradas pelo Ministério da Saúde. A avaliação dos CEPs leva em consideração os benefícios e riscos, procurando minimizá-los e busca garantir que os participantes tenham acesso a todos os direitos assegurados pelas agências regulatórias. Assim, os CEPs procuram defender a dignidade e os interesses dos participantes, incentivando sua autonomia e participação voluntária. Procure saber se este projeto foi aprovado pelo CEP desta instituição. Em caso de dúvidas, ou querendo outras informações, entre em contato com o Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade Federal Fluminense (CEP FM/UFF), por e-mail ou telefone, de segunda à sexta, das 08:00 às 17:00 horas:

Celular/Whatsapp: (21) 99769-8644, Telefone fixo: (21) 2629-9310

E-mail: etica.ret@id.uff.br

Eu, _____, declaro ter sido informado e concordo em ser participante, do projeto de pesquisa acima descrito.

Nilópolis, _____ de _____ de _____

(nome e assinatura do participante)

(nome e assinatura do responsável por obter o consentimento)

APÊNDICE II

Questionário aplicado aos participantes

1. Qual o seu nome?

2. A oficina te ajudou a compreender os aspectos **teóricos** do Arco de Maguerez?
() Sim, pude compreender bem os fundamentos do Arco.
() Entendi mais ou menos os fundamentos do Arco.
() Não entendi os fundamentos do Arco.

3. A oficina te ajudou a compreender os aspectos **práticos** do Arco de Maguerez?
() Sim, consegui visualizar como colocá-lo em prática.
() Consegui visualizar parcialmente como colocá-lo em prática.
() Não consegui visualizar como colocá-lo em prática.

4. Quais dinâmicas da oficina você considerou positivas para sua aprendizagem?

5. Quais aspectos da oficina poderiam ser melhorados?

6. Você considera que as discussões realizadas ao longo da oficina foram enriquecedoras para a sua formação docente? Por que?

7. Por fim, você adotaria a Metodologia da Problematização com o Arco de Maguerez na sua futura atuação enquanto professor ou professora de química? Por que?