

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JEAN PSCHIEDT WEISS

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA FORMAÇÃO INICIAL DOS PROFESSORES
DE QUÍMICA: UMA INTEGRAÇÃO COM OS DOCUMENTOS NORTEADORES DA
EDUCAÇÃO BÁSICA A LUZ DE BACHELARD**

CURITIBA

2022

JEAN PSCHIEDT WEISS

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA FORMAÇÃO INICIAL DOS PROFESSORES
DE QUÍMICA: UMA INTEGRAÇÃO COM OS DOCUMENTOS NORTEADORES DA
EDUCAÇÃO BÁSICA A LUZ DE BACHELARD**

**Experimental activities in the initial formation of chemistry teachers: an
integration with the documents that guides the basic education according to
Bachelard**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e
Matemática em Formação Científica, Educacional e
Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Lambach

CURITIBA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho,
para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s)
autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra
não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba



JEAN PSCHIEDT WEISS

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA FORMAÇÃO INICIAL DOS PROFESSORES DE QUÍMICA: UMA INTEGRAÇÃO COM OS DOCUMENTOS NORTEADORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA A LUZ DE BACHELARD

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências E Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Aprendizagem E Mediações.

Data de aprovação: 27 de Julho de 2022

Dr. Marcelo Lambach, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Ehrick Eduardo Martins Melzer, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Dra. Larissa Moreira Ferreira, Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina (Ufsc)

Dra. Paula Cristina Rodrigues, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 27/07/2022.

Dedico este trabalho à minha mãe, Ivonete Pscheidt, que me incentivou desde o início da minha vida acadêmica.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À minha mãe Ivonete Pscheidt, que apesar das dificuldades, nunca mediu esforços para a educação de seus filhos.

Aos meus irmãos Elaine F. dos Santos e Diego P. Weiss, por me motivarem a seguir em frente no meu sonho da pós-graduação. À minha sobrinha Mayla Küchler, nosso orgulho.

Ao meu companheiro Marcelo A. C. Maceno, pela paciência e por me estar ao meu lado em todos os momentos.

À minha amiga Juliene Lusquevis por todo apoio prestado na minha jornada de pós-graduação.

Aos colegas que fiz no PPGFCET, em especial à Simone S. Neves.

Aos professores Dr. Ehrick Eduardo M. Melzer, Dra. Larissa M. Ferreira e, em especial, Prof. Dra. Paula C. Rodrigues, pelas contribuições no momento de qualificação da minha dissertação.

Também quero agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Lambach, por todo o conhecimento compartilhado e pelas oportunidades que me ofereceu durante o mestrado, fazendo com que, mesmo num período de pandemia, eu tivesse a experiência completa da pós-graduação.

RESUMO

As atividades experimentais são parte estrutural das disciplinas da área específica de Química, as quais estão em maior quantidade, nos cursos de licenciatura em Química. Devido a racionalidade técnica subjacente a história, políticas educacionais e formadores de professores, o caráter bacharelesco prevalece nas atividades experimentais das disciplinas específicas de Química. Essas disciplinas têm a inclinação de apresentar uma forte orientação epistemológica empirista-indutivista, em que as atividades experimentais tendem a induzir os estudantes a entenderem o conhecimento científico proveniente prioritariamente da experimentação, descolado da matriz teórica que o direciona como possibilidade de verdade. Além disso, a maioria dessas disciplinas também não consideram os propósitos do curso de licenciatura direcionados pelos documentos para formação de professores para atuar na educação básica. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é propor uma ação pedagógica, na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com o uso de atividades experimentais na licenciatura em Química considerando os obstáculos pedagógicos sobre o conceito de calor. A pesquisa se caracterizou como qualitativa do tipo participativa. Devido a pandemia COVID-19, a pesquisa ocorreu de forma remota. Dos 31 estudantes matriculadas na disciplina Práticas em Química Geral do curso de licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ecoville, Curitiba – PR, apenas 12 participaram do início ao fim. Os dados foram gerados a partir do questionário inicial, da resolução de uma situação-problema ABP sobre o conceito de “calor”, de um plano de trabalho docente desenvolvido e da autoavaliação. A análise dos materiais se deu com uso da Análise de Conteúdo categorial. Os dados gerados a partir dos instrumentos de coleta passaram a constituir o corpus, sobre o qual foram constituídas categorias a priori, fundamentadas em sete elementos construtivistas e nos sete obstáculos pedagógicos associados aos obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard (1884-1962). Além disso, emergiram categorias a posteriori. Após a utilização do produto educacional, a pesquisa revelou que a ABP pode contribuir para integrar os conceitos específicos da Química com os pedagógicos, em atividades experimentais na disciplina Práticas em Química Geral, além de combinar o diálogo, ação e reflexão. Em relação ao conceito específico “calor”, notou-se que o conhecimento e a identificação dos obstáculos pedagógicos a serem considerados em todas as etapas da ABP podem possibilitar adequações aos processos de ensino, de modo a possibilitar a apropriação deste conceito pelos estudantes de licenciatura.

Palavras-chave: Formação inicial de professores. Atividades experimentais. Aprendizagem baseada em problemas. Obstáculos epistemológicos. Ensino de química.

ABSTRACT

Experimental activities are a structural part of the disciplines in the specific area of Chemistry, which are in greater quantity in the degree courses in Chemistry. Due to the technical rationality underlying the history, educational policies and teacher educators, the bachelor's character prevails in the experimental activities of the specific disciplines of Chemistry. These disciplines tend to present a strong empiricist-inductivist epistemological orientation, in which experimental activities tend to induce students to understand scientific knowledge primarily derived from experimentation, detached from the theoretical matrix that directs it as a possibility of truth. In addition, most of these subjects also do not consider the purposes of the licensure course directed by the documents for training teachers to work in basic education. Thus, the aim of this research is to propose a pedagogical action, from the perspective of Problem-Based Learning (PBL), with the use of experimental activities in the degree in Chemistry, considering the pedagogical obstacles on the concept of heat. The research was characterized as qualitative and participatory. Due to the COVID-19 pandemic, the research took place remotely. Of the 31 students enrolled in the discipline Practices in General Chemistry of the degree in Chemistry at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ecoville campus, Curitiba – PR, only 12 participated from start to finish. Data were generated from the initial questionnaire, from the resolution of a PBL problem situation on the concept of "heat", from a developed teaching work plan and from self-assessment. The analysis of the materials took place using Categorical Content Analysis. The data generated from the collection instruments became the corpus, on which a priori categories were constituted, based on seven constructivist elements and on the seven pedagogical obstacles associated with the epistemological obstacles of Gaston Bachelard (1884-1962). In addition, a posteriori category emerged. After using the educational product, the research revealed that PBL can contribute to integrating the specific concepts of Chemistry with the pedagogical ones, in experimental activities in the subject Practices in General Chemistry, in addition to combining dialogue, action and reflection. Regarding the specific concept "heat", it was noted that the knowledge and identification of pedagogical obstacles to be considered at all stages of PBL can allow adjustments to the teaching processes, to enable the appropriation of this concept by undergraduate students.

Keywords: Initial teacher training. Experimental activities. Problem-based learning. Epistemological obstacles. Chemistry teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de aprendizagem da ABP	67
Figura 2 – Elementos construtivistas utilizados pelas equipes	98
Figura 3 – Comparação entre os resultados dos instrumentos de coleta de dados para as categorias do grupo “Elementos construtivistas”	111
Figura 4 – Comparação entre os resultados dos instrumentos de coleta de dados para as categorias do grupo “Obstáculos epistemológicos”	114
Figura 5 – Comparação entre os resultados dos instrumentos de coleta de dados para as categorias “Emergentes”	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos elementos para uma atividade experimental construtivista	25
Quadro 2 – Especificações da disciplina Práticas de Química Geral	72
Quadro 3 – Organização dos encontros	76
Quadro 4 – Categorias para a análise de conteúdo	79
Quadro 5 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Conhecimento prévio” no Questionário inicial	84
Quadro 6 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Problema para o início da construção do conhecimento” no Questionário inicial	85
Quadro 7 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Manipulação ativa dos estudantes” no Questionário inicial	87
Quadro 8 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Sistematização do conhecimento” no Questionário inicial	88
Quadro 9 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Comunicação, diálogo e reflexão” no Questionário inicial	88
Quadro 10 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Experiência primeira” no Questionário inicial	90
Quadro 11 – Exemplos das unidades de análise classificados como “Conhecimento geral” no Questionário inicial	91
Quadro 12 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Unitário e pragmático” no Questionário inicial	91
Quadro 13 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Substancialista” no Questionário inicial	92
Quadro 14 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Animista” no questionário inicial	93
Quadro 15 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Conhecimento quantitativo” no Questionário inicial	93
Quadro 16 – Exemplos de unidades Classificados como “Segurança no laboratório” no Questionário inicial	94
Quadro 17 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Racionalista” no Questionário inicial	95
Quadro 18 – Síntese dos PTD elaborados pelas equipes	96

Quadro 18 – Exemplos de unidades de análise classificados em cada elemento construtivista no PTD + vídeos	100
Quadro 20 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Conhecimento prévio” na Autoavaliação.....	107
Quadro 21 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Problemas para o início da construção do conhecimento” na Autoavaliação	107
Quadro 22 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Trabalho em equipe” na Autoavaliação.....	108
Quadro 23 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Manipulação ativa dos estudantes” na Autoavaliação.....	109
Quadro 24 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Comunicação, diálogo e reflexão” no Autoavaliação	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade por ano das pesquisas e publicações analisadas.....	27
Tabela 2 – Número de pesquisas e publicações por região do país.....	28
Tabela 3 – Referências mais utilizadas de acordo com o tipo de documento	29
Tabela 4 – Quantidade de pesquisas e publicações e as porcentagens relativas e totais pertencentes à mesma categoria	32
Tabela 5 – Relações das quantidades de Programas de Pós-Graduação e seus respectivos cursos entre as áreas de Ensino e Química	46
Tabela 6 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por elementos construtivistas no Questionário inicial	84
Tabela 7 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por obstáculos epistemológicos no Questionário inicial	90
Tabela 8 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por elementos construtivistas no PTD + vídeos.....	100
Tabela 9 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por obstáculos epistemológicos no PTD + vídeos.....	103
Tabela 10 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por elementos construtivistas na Autoavaliação	106

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	- Análise de Conteúdo
Art.	- Artigo
Do	- Doutorado Acadêmico
Dp	- Doutorado Profissional
E1	- Estudante 1
E10	- Estudante 10
E11	- Estudante 11
E12	- Estudante 12
E13	- Estudante 13
E14	- Estudante 14
E15	- Estudante 15
E16	- Estudante 16
E17	- Estudante 17
E18	- Estudante 18
E2	- Estudante 2
E3	- Estudante 3
E4	- Estudante 4
E5	- Estudante 5
E6	- Estudante 6
E7	- Estudante 7
E8	- Estudante 8
E9	- Estudante 9
Me	- Mestrado Acadêmico
Mp	- Mestrado Profissional
n.	- Número

LISTA DE SIGLAS

ABP	- Aprendizagem baseada em problemas
BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
BNC-Formação	- Base Nacional Comum para Formação
BSCS	- Biological Science Curriculum Study
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE	- Ceará
CEFET-PR	- Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná
CEP	- Comitê de Ética em Pesquisa
CHEMS	- <i>Chemical Education Material Study</i>
CNE	- Conselho Nacional de Educação
CTS	- Ciências, tecnologia e sociedade
DAQBi	- Departamento Acadêmico de Química e Biologia
DCN	- Diretrizes Curriculares Nacionais
ENEQ	- Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
EPI	- Equipamento de proteção individual
FCET	- Formação Científica, Educacional e Tecnológica
LDB	- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	- Ministério da Educação e Cultura
PBL	- <i>Problem-Based Learning</i>
PIBID	- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PR	- Paraná
PSSC	- Physical Science Study Committee
PTD	- Plano de Trabalho Docente
QSC	- Questões sócio-científicas
SISU	- Sistema de Seleção Unificada
SP	- São Paulo
T&D	- Teses e Dissertações
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCUISV	- Termo de Consentimento para uso de Imagem e Som de Voz
TIDIC	- Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UTFPR	- Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 PANORAMA DAS PESQUISAS SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA.....	19
2.1 Orientações Epistemológicas Das Atividades Experimentais.....	21
2.2 Características Das Pesquisas Sobre Atividades Experimentais Na Formação Inicial De Professores De Química.....	27
2.3 Síntese Do Capítulo E Encaminhamentos	36
3 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O CARÁTER BACHARELESCO NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA	37
3.1 Fatores Históricos Na Formação De Professores De Química	38
3.2 Fator Das Políticas Educacionais Nas Licenciaturas Em Química.....	41
3.3 Formadores De Professores De Química.....	45
3.4 Síntese Do Capítulo E Encaminhamentos	47
4 GASTON BACHELARD E A NOÇÃO DE OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO	50
4.1 Obstáculos Pedagógicos Associados Aos Obstáculos Epistemológicos	54
4.2 Síntese Do Capítulo E Encaminhamentos	58
5 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP).....	60
5.1 Caracterização Da Aprendizagem Baseada Em Problemas	61
5.2 Aprendizagem Baseada Em Problemas Como Estruturante De Currículo.....	64
5.3 Etapas De Aplicação Da Aprendizagem Baseada Em Problemas	65
5.4 Síntese Do Capítulo E Encaminhamentos	67
6 METODOLOGIA	70
6.1 O Lócus Em Que Foi Realizada A Pesquisa	70
6.2 Participantes Da Pesquisa	73
6.3 Instrumentos De Coleta De Dados.....	73
6.4 Organização Dos Encontros.....	75
6.5 Método De Análise De Dados	77
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	82
7.1 Análise E Discussão Do Questionário Inicial Para Os Estudantes.....	83
7.2 Análise E Discussão Da Aplicação Da Situação - Problema, Plano De Trabalho Docente E Transcrição Dos Vídeos	96
7.3 Análise E Discussão Da Autoavaliação.....	106

7.4 Comparação Entre Os Resultados Dos Instrumentos De Coleta De Dados Por Categorias	111
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
REFERÊNCIAS.....	123
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL PARA OS ESTUDANTES	131
APÊNDICE B – SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	134
APÊNDICE C – PLANO DE TRABALHO DOCENTE	136
APÊNDICE D – AUTOAVALIAÇÃO.....	140
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV).....	142

1 INTRODUÇÃO

Desde 2014, trabalho como técnico em laboratórios de química de uma universidade privada localizada no município de Curitiba – Paraná. Nessa atuação profissional, acompanho as disciplinas da área específica da Química, como Química Geral, Química Inorgânica, Química Orgânica e Química Analítica, nas quais percebo o entusiasmo dos estudantes de Licenciatura em Química nas primeiras aulas práticas de laboratório.

A maioria das atividades experimentais dessas disciplinas são planejadas e desenvolvidas como se destinassem exclusivamente ao curso de Bacharelado em Química, pois utilizam experimentos para que os estudantes se apropriem de técnicas laboratoriais para a indústria ou para a pesquisa em Química, sem a devida preocupação com o caráter pedagógico esperado nos cursos de Licenciatura. Como exemplos de experimentos laboratoriais que acontecem nas disciplinas mencionadas, tem-se: técnicas de filtração, técnicas de aquecimento, titulação, comprovação das propriedades de alguns compostos, sínteses orgânicas, entre outras. Também percebo que os estudantes são orientados a utilizarem uma postura durante as aulas que reforça a formação destinada aos bacharéis – por exemplo, a organização da coleta de dados por meio das anotações, sem fazer menção aos espaços laboratoriais escolares na educação básica, totalmente distintos dos laboratórios do ensino superior.

No decorrer do semestre, ainda nas atividades experimentais das disciplinas da área específica, já não percebo mais o mesmo entusiasmo desses estudantes. Ao conversar com eles, no início e no final das aulas, escuto comentários sobre como essas disciplinas são difíceis; também escuto que os estudantes não conseguem fazer a relação da prática com a teoria, e até mesmo que há preocupação a respeito de como essas aulas vão ajudá-los no campo de atuação profissional. Também, nessa etapa, percebo uma evasão dos estudantes.

Além do número reduzido de estudantes, eles cumprem o mínimo de presença exigida para aprovação e dão prioridade às “aulas de relatório” e às avaliações no formato de questionários, denominadas de “pós-teste”. Nessas aulas específicas são atribuídas notas, as quais compõem a média final do semestre.

Diante do exposto, percebemos que essas atividades experimentais podem ser classificadas de acordo com a orientação epistemológica “demonstrativa”,

atividades que, segundo Rosito (2003), apenas verificam de modo empírico a teoria, o que pode comprometer a compreensão sobre a construção das ciências. Ainda, podem ser classificadas como empiristas-indutivistas, as quais procuram derivar generalizações a partir de observações singulares (ROSITO, 2003).

A maior parte dos professores das disciplinas específicas de Química, ao planejarem as atividades experimentais, têm como principal preocupação os conceitos e conteúdos previstos nas ementas disciplinas organizadas numa perspectiva empirista. Desconsideram, portanto, as diferentes concepções construtivistas, como a de Bachelard (1996), que propõe que todo conhecimento é a resposta de uma questão. Entretanto não deve ser qualquer questão, no contexto escolar, ela deve estar dentro da cultura dos estudantes. Além disso, o referido autor apresenta sete obstáculos epistemológicos que podem ser associados aos obstáculos pedagógicos, os quais foram utilizados nesta pesquisa.

Além disso, não parecem considerar os documentos norteadores da Educação Básica para o ensino médio, como as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná – Química (PARANÁ, 2008) e a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018). Sendo que esses documentos, apesar das críticas, orientam as atividades experimentais na orientação dedutivista-racionalista – na qual, segundo Rosito (2003), o conhecimento prévio influencia a observação –, e construtivista, na qual o conhecimento é construído ou reconstruído pela estrutura de conceitos já existentes, por meio do diálogo, discussão, ação e reflexão (ROSITO, 2003). Dessa forma, podem prejudicar seus estudantes na sua futura atuação profissional.

Como fui estudante de Licenciatura em Química há mais de três anos nessa mesma instituição, identifico as mesmas angústias e inquietações daquela época. Mas, tal qual os estudantes de hoje, eu não refletia sobre isso, apenas aceitava essas condições. Contudo, ao mudar de posição, passando de estudante para colaborador nessa instituição, as situações descritas começaram a me incomodar de uma forma mais intensa. Isso pois, tal como Freire (1979) nos mostra em sua obra “Conscientização”,

[...] os educadores fazem a experiência da distanciação, de forma que educadores e alunos possam refletir juntos, de modo crítico, sobre o objeto que os mediatiza. O fim da descodificação é chegar a um nível crítico de conhecimento, começando pela experiência que o aluno tem de sua situação em seu “contexto real”.

Ou seja, ao distanciar-se epistemologicamente do seu contexto real, o indivíduo o analisa criticamente e, em princípio, pode assumir uma nova postura frente aos obstáculos. Os sujeitos não permaneceriam, dessa forma, no estado de “alma professoral”, um dos “três estados da alma” propostos por Bachelard (1996), repetindo ano após ano seus saberes e seus métodos pedagógicos apreendidos, principalmente, com os professores das disciplinas específicas de Químicas.

A partir dessas inquietações se constitui o problema da presente pesquisa: em que medida uma ação pedagógica, desenvolvida na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com o uso de atividades experimentais na licenciatura em Química, pode possibilitar a superação de obstáculos pedagógicos sobre o conceito de calor?

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é propor uma ação pedagógica, na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com o uso de atividades experimentais na licenciatura em Química considerando os obstáculos pedagógicos sobre o conceito de calor.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Descrever o panorama das pesquisas sobre atividades experimentais na formação inicial de professores de Química;
- b) Estabelecer relações entre fatores históricos da formação de professores, políticas educacionais e características do corpo docente que atua nos cursos de Licenciatura em Química;
- c) Identificar, nos documentos orientadores para o ensino de Química do Ensino Médio, relações com os objetivos presentes na ementa da disciplina Práticas em Química Geral em cursos de Licenciatura em Química;
- d) Organizar e desenvolver uma proposta de atividades experimentais na perspectiva Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), para a disciplina Práticas em Química Geral em cursos de licenciatura em Química;
- e) Elaborar um livreto, o Produto Educacional, com exemplos para a transposição de atividades experimentais da disciplina Práticas em Química Geral em cursos Licenciatura para a Educação Básica.

Esta dissertação está organizada em oito capítulos, sendo o primeiro de introdução. O segundo capítulo apresenta um panorama das pesquisas sobre atividades experimentais na formação inicial dos professores de química, explanando suas características e realizando interpretações epistemológicas. Em seguida, o terceiro capítulo apresenta os fatores que contribuem para o caráter bacharelesco das licenciaturas em Química. No quarto capítulo, descrevemos os obstáculos pedagógicos associados aos obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard. No quinto capítulo, desenvolve-se o conceito e as principais características da ABP. Os procedimentos metodológicos são apresentados no sexto capítulo. Por fim, o sétimo e oitavo capítulo apresentam a análise e discussão dos dados e considerações finais, respectivamente.

2 PANORAMA DAS PESQUISAS SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

As atividades experimentais no ensino de Ciências/Química no Brasil fazem parte do currículo dos níveis de Educação Básica e Superior há muito tempo. Desde o início da segunda metade do século XX, no contexto da Guerra Fria, ocorre uma crescente valorização dessas práticas no ensino (LORENZ; BARRA, 1986). Tal valorização foi possível devido a certos projetos estadunidenses trazidos ao Brasil, como: Biological Science Curriculum Study (BSCS), Chemical Education Material Study (CHEMS), e Physical Science Study Committee (PSSC). Nas décadas de 1950 e 1960, as atividades experimentais aconteciam por meio de kits e manuais estrangeiros – em ambas as décadas, os objetivos eram enfatizar a transmissão, a aquisição dos conhecimentos e a utilização do Método Científico (LORENZ; BARRA, 1986).

Segundo Gonçalves e Marques (2016), de acordo com as características dos projetos mencionados, foram classificados como empiristas-indutivistas, e podem ter contribuído para disseminar e/ou reforçar essa orientação epistemológica nas atividades experimentais entre os professores de todos os níveis educacionais. Ressaltamos a importância do desenvolvimento de atividades experimentais na formação inicial dos professores de Química, já que esses serão os profissionais que atuarão no ensino básico e/ou serão os futuros pesquisadores nos programas de pós-graduação.

Já na década de 1970, com o Projeto Nacional para a Melhoria de Ensino de Ciências, inúmeros projetos curriculares foram produzidos e as atividades experimentais passaram a dar ênfase na vivência dos estudantes e no processo de investigação científica (LORENZ; BARRA, 1986).

A expansão dos programas de pós-graduação em ensino de Ciências, acadêmicos e profissionais, também contribuiu para a valorização e espaço das atividades experimentais no Brasil (GONÇALVES; MARQUES, 2012). Entretanto, mesmo com a crescente valorização dos estudos sobre o referido tema, os autores Oliveira, Cassab e Selles (2012) relatam que há pouca incidência de pesquisas sobre as “atividades experimentais no Ensino de Ciências” com abordagens metodológicas de caráter bibliográfico e descritivo da produção acadêmica brasileira. Gonçalves e Marques (2012) também pontuam que essas pesquisas não explicam

as características das referidas atividades, tampouco realizam interpretações de caráter epistemológico. Como consequência, há pouco conhecimento sobre as tendências e desafios para as investigações acerca das atividades experimentais no ensino de Química.

Dessa forma, o objetivo deste capítulo é realizar uma revisão sistemática da literatura e análise de conteúdo, na perspectiva de Bardin (2016), nas pesquisas e publicações entre os anos de 2009 e 2019 com o tema atividades experimentais na formação inicial de professores de Química.

Em relação à revisão sistemática da literatura, esse tipo de pesquisa caracteriza-se, segundo Koller, Couto e Von Hohendorff (2014), pelo processo de reunião, avaliação crítica e sintética de resultados de múltiplos estudos, podendo ou não incluir metanálise. Além disso, é organizada em oito etapas: delimitação do tema, escolha das fontes de dados, eleição das palavras-chave, busca e armazenamento dos resultados, seleção de trabalhos pelos resumos (critérios de inclusão e exclusão bem definidos), extração dos dados dos resumos selecionados, avaliação, síntese e interpretação dos dados (KOLLER; COUTO; VON HOHENDORFF, 2014).

Com o tema atividades experimentais na formação inicial de professores definido, foram investigados os trabalhos existentes por meio do Catálogo de Teses e Dissertações – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)¹, no Portal de periódicos da CAPES², e nos anais dos dois principais congressos de Ensino de Química: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ).

Para a localização dos trabalhos com o tema de interesse, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “formação de professores”; “atividades experimentais”; “ensino de Química”; “experimentação”; e “experimentação em Química”. Em relação aos congressos mencionados, limitamos as procuras nas áreas temáticas “Formação de Professores”, “Ensino e aprendizagem de conceitos científicos” e “Experimentação no Ensino”.

Após o levantamento das pesquisas e publicações sobre as atividades experimentais na formação inicial de professores, foram lidos os resumos para

¹ Disponível no sítio virtual <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>.

² Disponível no sítio virtual <https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php?>

selecionar quais, de fato, apresentavam as atividades experimentais como objeto de estudo ou a utilização delas. Outro critério de inclusão/exclusão foram os participantes das pesquisas, que deveriam ser os licenciandos em Química.

Os documentos que contemplaram essas especificações foram organizados em um quadro de forma a identificar o título do trabalho, os autores, ano, resumo, palavras-chave e a região do país.

Ainda, as referências utilizadas nas pesquisas e publicações foram agrupadas por autor e obra, assim foi possível identificar quais foram os referenciais teóricos mais utilizados.

Dessa forma, os dados foram analisados quantitativamente, por meio da ferramenta RStudio Versão 0.99.903, e qualitativamente, por meio de categorias de acordo com a Análise de Conteúdo na perspectiva de Bardin (2016).

A análise de conteúdo, segundo Bardin (2016), é entendida como um conjunto de técnicas de análise das comunicações e consiste em três etapas. Na primeira delas, a pré-análise, foram levados em consideração os critérios de inclusão e exclusão alinhados com o objetivo do artigo. Na segunda etapa, a exploração sistemática do material, foram realizadas exaustivas leituras dos resumos. Na terceira etapa, que consiste no tratamento dos dados e interpretação, utilizamos a técnica categorial e, com base no referencial teórico “orientações epistemológicas das atividades experimentais” apresentado na próxima seção, os resultados foram organizados em três categorias a priori: demonstrativa, empirista-indutivista, dedutivista-racionalista e construtivista.

2.1 Orientações Epistemológicas das Atividades Experimentais

As atividades experimentais, de acordo com Moraes (1998), podem ser desenvolvidas sob quatro diferentes orientações epistemológicas: demonstrativa, empirista-indutivista, dedutivista-racionalista e construtivista.

Não pretendemos reduzir o espectro epistemológico a essas quatro diferentes orientações, sabemos que existem outros pontos de vistas intermediários e extremos aos citados. No entanto, para fins de categorização, concordamos com as orientações selecionadas pelo autor supracitado.

As atividades experimentais demonstrativas têm como fundamento o empirismo. Esse, por sua vez, parte do princípio de que a fonte do conhecimento é a experiência e que os conceitos universais e abstratos são originários dela. Nas palavras de Hessen (2000, p. 40): “por ocasião do nascimento, o espírito humano está vazio de conteúdo, é uma tábula rasa, uma folha em branco sobre a qual a experiência irá escrever”. Dessa forma, o empirismo é uma corrente de ideia que procura explicar a aquisição de conhecimentos a partir da experiência dos sentidos dos indivíduos (MORAES, 2003).

Uma atividade experimental demonstrativa tem como objetivo apenas a ilustração de verdades já estabelecidas e inquestionáveis a partir da experiência dos sentidos dos estudantes, o que nem sempre permite aos estudantes a visualização da construção do conhecimento e nem a sua percepção como um todo (ROSITO, 2003).

A orientação epistemológica das atividades experimentais empirista-indutivista está fundamentada nas ideias empiristas associadas ao indutivismo. Segundo Chalmers (1993), o indutivismo defende que o conhecimento deve ser produzido por meio de um Método Científico. Segundo Pérez e colaboradores (2001), quando o termo “Método Científico” é apresentado em letras maiúsculas, pode ser entendido como um conjunto de regras bem definidas, únicas, lineares e praticamente infalíveis, as quais iniciam por uma observação neutra e não levam em consideração as ideias apriorísticas.

Nesta orientação epistemológica, segundo Rosa, C. e Rosa, A. (2010), as atividades experimentais visam as generalizações, partindo de observações singulares para a formulação de verdade universais, levando em consideração o Método Científico, o qual inicia por uma observação neutra, permeado pela organização dos dados coletados, pela experimentação, pela análise dos dados obtidos e pela formulação de leis e teorias.

Para Campos e Cachapuz (1997, p. 25), as atividades experimentais nessa concepção são organizadas a com

uma lógica confirmatória, ou seja, no sentido de confirmar determinadas afirmações, sendo o aluno orientado para as conclusões pretendidas, através da seleção dos aspectos que deve observar. Frequentemente, a experiência é feita sem que se esclareça o porquê da sua realização. Nas atividades propostas aos alunos é enfatizada a coleta e organização dos ‘dados’ da experiência e a descoberta de regularidades.

Silveira (1996) afirma que o ensino na concepção empirista-indutivista pode passar a impressão aos estudantes de que o conhecimento científico é composto por verdades definitivas e inquestionáveis, além de ter potencial para desenvolver a intolerância a opiniões diferentes.

As atividades experimentais caracterizadas pela abordagem dedutivista-racionalista têm como base as ideias racionalistas e dedutivistas. No racionalismo, segundo Hessen (2000), a origem do conhecimento se dá pelo pensamento, ou seja, a razão é a principal fonte do conhecimento. Essa razão deve apresentar uma lógica e uma validade universal. A utilização da lógica, conforme Chalmers (1993), faz conexão com as ideias dedutivistas, as quais mostram que a partir de leis e teorias deduzimos as previsões e suas explicações.

Rosito (2003, p. 201), ao relatar sobre uma atividade experimental dedutivista-racionalista, realiza a seguinte descrição:

num experimento dedutivista-racionalista as atividades práticas são orientadas por hipóteses derivadas de uma teoria. Nesta concepção, a observação e a experimentação, por si só, não produzem conhecimentos. Toda observação e experimentação estão impregnadas de pressupostos teóricos. O conhecimento prévio determina como vemos a realidade, influenciando a observação. O conhecimento científico é uma construção humana que pretende descrever, compreender e agir sobre a realidade e não é considerado uma verdade definitiva, é provisório e sujeito a transformações e a reconstruções.

Definir o construtivismo, última orientação epistemológica, não é uma tarefa fácil. Moraes (2003) já menciona essa dificuldade de definir algo que é fluido, em processo, e que ainda não foi inteiramente explicitado. Dessa forma, fica mais fácil apresentar o que não é o construtivismo. Construtivismo não é um método, não é uma técnica ou um conjunto delas, não é uma prática e nem um projeto (BECKER, 1992).

Ser construtivista, então, é superar a epistemologia empirista, o método indutivista, bem como a epistemologia apriorista (inatista). Entender construtivismo também é compreender as epistemologias que ele propõe superar, é ser epistemologicamente consciente (MORAES, 2003).

Ao nos apoiarmos na literatura de Moraes (2003) e Becker (1992), concordamos que adotar uma postura construtivista é entender que o conhecimento se origina na interação do sujeito com a realidade física, social ou cultural e vice-versa. Nas palavras de Becker (1992, p. 8), construtivismo significa:

a ideia de que nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado. Ele se constitui pela interação do indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais; e se constitui por força de sua ação e não por qualquer dotação prévia, na bagagem hereditária ou no meio, de tal modo que podemos afirmar que antes da ação não há psiquismo nem consciência e, muito menos, pensamento.

Ressaltamos que interação significa ação. Assim, construir significa que o sujeito deve interagir com o objeto/meio, sejam eles concretos ou simbólicos, físicos ou social (MORAES, 2003).

Nesse raciocínio, o construtivismo, segundo Moraes (2003), é uma teoria, na qual o indivíduo é uma construção própria, que se reproduz dia após dia, devido a interação com o meio e com suas disposições interiores. A teoria em questão nos coloca dentro da história da Humanidade e do Universo (BECKER, 1992).

Ainda, de acordo com Moraes (2003), existem diferentes formas de construtivismo: (1) situa a ênfase no indivíduo, como nos trabalhos de Piaget e de seus discípulos, de Ausubel e psicólogos da linha cognitivista; (2) situa a ênfase no social, como nos trabalhos de Vygotsky e de seus discípulos; (3) uma espécie de complementariedade entre as duas últimas formas, o aprender não é apenas um empreendimento individual, mas situa o sujeito dentro do aprender.

Moraes (2003) ao transpor para o contexto de ensino de Ciências, na primeira forma de construtivismo, a qual situa a ênfase no indivíduo, percebemos na consideração dos conhecimentos prévios, conhecimentos cotidianos, concepções alternativas, na utilização do método hipotético dedutivo, a formulação de hipóteses, o controle de variáveis, a interpretação de dados e o envolvimento dos estudantes em atividades científicas. Na segunda forma, a qual situa a ênfase no social, percebemos isso no trabalho em equipes e na utilização de ferramentas que favorecem a construção coletiva. Na terceira e última forma, que promove um equilíbrio, é a utilização de estratégias de ensino que unem as atividades listadas anteriormente.

Rosito (2003, p. 201), especificamente sobre as atividades experimentais de ensino de ciências, na perspectiva construtivista são organizadas,

levando-se em consideração o conhecimento prévio dos alunos. Nesta concepção, os experimentos são desenvolvidos na forma de problemas ou testagens de hipóteses, em que existe uma tendência para atividades interdisciplinares, envolvendo o cotidiano dos alunos. Adotar uma postura construtivista significa aceitar que nenhum conhecimento é assimilado do nada, mas deve ser construído ou reconstruído pela estrutura de conceitos já existentes. Deste modo, a discussão e o diálogo assumem um papel importante e as atividades experimentais combinam, intensamente, ação e reflexão.

Com base na autora supracitada, as atividades experimentais, na perspectiva construtivista, fundamentam-se na resolução de problemas investigativos e contextualizados. Pretende-se, assim, segundo Campos e Cachapuz (1997, p. 23):

possibilitar a construção, por parte dos alunos, de concepções de ciência e da construção do conhecimento científico mais adequadas a uma visão atual da ciência e dos cientistas, e dotar a aprendizagem científica de valores educativos, éticos e humanísticos que permitam ir além da simples aprendizagem de fatos, leis e teorias científicas.

Com base nos estudos de Campos e Cachapuz (1997), Becker (1992), Briccia (2013), Moraes (2003) e Rosito (2003), sintetizamos no Quadro 1 elementos que configuram uma atividade experimental construtivista.

Quadro 1 – Síntese dos elementos para uma atividade experimental construtivista

Elementos	Definição	Como?
Conhecimentos prévios	Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, fazendo relação com conhecimentos cotidianos.	Questionário impresso ou digital, utilização de materiais alternativos ou de baixo custo, perguntas orais, nuvens de palavras etc.
Problema para o início da construção do conhecimento	O problema deve ser bem planejado, levando em consideração os referenciais teóricos adotados pelo professor e estar contido na cultura social dos estudantes, permitindo conexões com os conhecimentos prévios.	Geralmente são elaborados pelo professor e podem ser originais, adaptados de livro-texto, artigos de revistas, periódicos científicos, jornais etc. Além disso, podem ser apresentados no formato audiovisual, dramatização, entrevista com pessoas interessadas na resolução ou

		pertencentes à comunidade.
Trabalho em equipe	Organização da turma em equipes.	Os estudantes podem ter autonomia ou o professor pode organizar as equipes por meio de um sorteio.
Formulação e teste de hipóteses	Os estudantes dão ideias para resolver o problema e colocam as ideias em prática.	Momento em que os estudantes levantam ideias para resolver o problema, criam estratégias de como executá-las e reformulam tanto as ideias como as estratégias.
Manipulação ativa dos estudantes	Os estudantes executam as atividades de diferentes formas, identificam e controlam variáveis pertinentes e interpretação dos dados.	O professor pode organizar uma sequência experimental, não engessada, que leve em conta as ideias (hipóteses) dos estudantes, incentive a pesquisa e a tomada de decisão.
Sistematização do conhecimento	Mostrar o domínio procedimental, ações observadas, relacionar causa e efeito e explicação do fenômeno.	Através de desenhos, esquemas, relatórios etc.
Comunicação, diálogo e reflexão	Gerar, clarificar e compartilhar as ideias entre os estudantes.	Apresentações das resoluções encontradas por cada equipe para o grande grupo e o incentivo à discussão entre estudantes e professores.

Fonte: Autoria Própria (2022).

O professor com postura construtivista atua como um orientador que está permanentemente construindo suas próprias concepções sobre o aprender e ensinar (MORAES, 2003). O docente precisa refletir sobre sua prática pedagógica e apropriar-se da teoria construtivista (BECKER, 1992).

Entretanto, segundo Moraes (2003), o conhecimento e o domínio de uma teoria construtivista são sempre incompletos, assim como acontece com qualquer outra teoria. O que se tem observado é um movimento em direção a um conjunto de

atitudes e procedimentos que valorizam a construção, combatendo a racionalidade técnica subjacente aos documentos norteadores da Educação Básica e da formação de professores de Ciências.

2.2 Características das Pesquisas sobre Atividades Experimentais na Formação Inicial de professores de Química

Ao realizar a busca com as palavras-chave já mencionadas no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, no Portal de Periódicos da CAPES e nos congressos ENPEC e ENEQ, foram encontradas 293 pesquisas e publicações. No entanto, após a leitura dos resumos, apenas 130 contemplaram os critérios de inclusão e exclusão. Na Tabela 1, foram apresentados a quantidade de pesquisas e seus respectivos anos encontrados em cada site educacional.

Tabela 1 – Quantidade por ano das pesquisas e publicações analisadas

ANO	T&D CAPES	Periódicos CAPES	ENPEC	ENEQ
2009	2	–	–	–
2010	1	–	–	11
2011	1	1	4	–
2012	2	1	–	14
2013	4	–	1	–
2014	3	–	–	9
2015	7	1	6	–
2016	6	1	–	26
2017	1	4	7	–
2018	2	3	–	4
2019	1	1	6	–
Total	30	12	24	64

Nota: Não foi realizada a análise das publicações do ENPEC 2009, pois os anais não estão disponíveis.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Como observado na Tabela 1, o ENEQ foi o evento que mais contribuiu com pesquisas do tema “atividades experimentais na formação inicial de professores”. Isso pode ser visto especialmente em 2016 (26 trabalhos selecionados), quando o tema central da edição foi “Os Desafios da Formação e do Trabalho do Professor de Química no mundo Contemporâneo”.

Em relação ao Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, verificamos que das 30 pesquisas analisadas (Tabela 1), apenas duas são teses de doutorado. O número reduzido de teses de doutorado em relação ao número de dissertações pode ser justificado pela quantidade de cursos da área de ensino disponíveis no Documento de Área 2019 – CAPES de Ensino (BRASIL, 2019), na qual o Ensino de Química está incluso. No referido documento, percebemos que a quantidade de cursos de mestrados (profissionais e acadêmicos) é quatro vezes maior que os de doutorados (profissionais e acadêmicos). Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007) ressaltam a importância do aumento de doutores em Ensino de Química, pois essa qualificação contribui para a qualificação dos docentes que atuam nos cursos de Licenciatura em Química e para o aumento dos cursos de pós-graduação em Educação e Ensino de Química.

Ainda, no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, agrupamos as pesquisas por regiões do país (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de pesquisas e publicações por região do país

Região	Teses		Dissertações		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sul	1	0,8	5	3,8	6	4,6
Sudeste	1	0,8	12	9,2	13	10,0
Centro-Oeste	–	–	3	2,3	3	2,3
Nordeste	–	–	7	5,4	7	5,4
Norte	–	–	1	0,8	1	0,8

Fonte: Autoria Própria (2022).

É possível perceber que as instituições da região Sudeste produziram 10% das pesquisas relativas à temática em questão. A região Sul foi responsável por 4,6% dos trabalhos, e as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte colaboraram com 2,3%, 5,4% e 0,8%, respectivamente. Esse resultado concorda com dados apresentados no Documento de Área 2019 – CAPES de Ensino (BRASIL, 2019), no qual, a partir de um levantamento da Plataforma Sucupira, verificou-se que nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste há maior concentração desses programas e cursos,

e nas regiões Norte e Centro-Oeste há maior carência dessa formação. Tal padrão já fora observado por Guimarães, Lourenço e Cosac (2001) que, após análises estatísticas, constataram que uma parte significativa dos doutores ativos em pesquisa no Brasil estão atuando nessas regiões. Tratando-se especificamente da área de ensino de Química, Schnetzler (2002), em sua obra, aponta que a maioria dos orientadores de mestrado e doutorado estão concentrados nas regiões Sul e Sudeste. A análise por regiões não foi realizada com os artigos e trabalhos de congressos devido à ampla diferença de regiões entre autores e coautores.

O currículo dos autores, coautores (nos artigos e trabalhos de congressos) e orientadores (nas teses e dissertações), na Plataforma Lattes³, quando disponível, foi considerado. Foi analisada a formação acadêmica dos sujeitos envolvidos, observando-se uma diversidade de áreas. Dessa forma, as pesquisas e publicações não foram realizadas apenas por pesquisadores exclusivos da área de ensino de Química – há um predomínio de pesquisadores, principalmente formados como bacharéis em Química, e que continuaram suas pós-graduações na área específica da Química (inorgânica, orgânica, analítica etc.). Esse perfil de formação observado corrobora com o trabalho de Delizoicov (2004), apoiado nas ideias de Fleck (2010), no qual o autor discute como o ensino das Ciências é composto por vários coletivos de pensamentos (especialistas de uma determinada área) e por vários estilos de pensamentos (pressupostos teóricos), o que pode trazer inovações ao Ensino de Ciências.

As referências com as maiores frequências absolutas e relativas utilizadas pelas teses e dissertações da CAPES, periódicos na CAPES, ENPEC e ENEQ e da pesquisa estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Referências mais utilizadas de acordo com o tipo de documento

Fonte do Documento	Referências	Frequência absoluta	Frequência relativa
T&D – CAPES	LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação : abordagens qualitativas. São Paulo: Editora EPU, 1986.	11	37%
T&D – CAPES	GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Química Nova Na Escola , n. 10, p. 43-49, 1999	10	33%

³ Disponível no sítio virtual <http://lattes.cnpq.br/>.

Fonte do Documento	Referências	Frequência absoluta	Frequência relativa
T&D – CAPES	SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens . Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.	8	27%
T&D – CAPES	GALIAZZI, M.C.; GONÇALVES, F.P. A natureza pedagógica da experimentação: Uma pesquisa na Licenciatura em Química. Química Nova , v.27, n.2, p.326-331, 2004.	7	23%
T&D – CAPES	GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de química: Caminhos e Descaminhos rumo à aprendizagem significativa. Química Nova na Escola , v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.	7	23%
T&D – CAPES	GALIAZZI, M. C. <i>et al.</i> Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. Revista Ciência & Educação . v. 7, n. 2, 249-263. 2001.	7	23%
Periódicos na CAPES	GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. Química Nova na Escola , n.10, p. 43-49,1999.	4	33%
Periódicos na CAPES	AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. et al (orgs.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática . São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 19-33, 2006.	3	25%
Periódicos na CAPES	CARVALHO, A. M. P. (Org). O Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula . São Paulo: Cengage Learning, 2013.	2	17%
ENPEC	LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas . São Paulo: Editora EPU, 1986.	4	17%
ENPEC	GALIAZZI, M. C., GONÇALVEZ, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. Química nova , v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.	3	12%
ENPEC	CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula . São Paulo: Cengage Learning, 2013, p.01-20.	3	12%
ENPEC	BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física , v.21, p.9-30, 2004.	3	12%
ENPEC	CARVALHO, A. M. P. <i>et al.</i> Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico . São Paulo: Scipione. 1998.	2	8%
ENEQ	AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática . São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.	3	5%
ENEQ	GAUCHE, R. <i>et al.</i> Formação de professores de química: concepções e proposições. Química Nova na Escola , n. 27, p. 26-29, 2008.	3	5%
ENEQ	HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del	3	5%

Fonte do Documento	Referências	Frequência absoluta	Frequência relativa
	trabajo de laboratorio. Enseñanza de Las Ciencias , v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.		
ENEQ	BENITE A. M. C.; BENITE C. R. M. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. Revista Iberoamericana de Educación . n. 48/2, p. 1-2, 2009.	3	5%
ENEQ	CARVALHO, A. M. P. <i>et al.</i> Termodinâmica: Um ensino por investigação . 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação, 1999.	3	5%
ENEQ	DORNELES, A. A bordadura da sala de aula de Química em Rodas de Formação . Curitiba: Editora Appris, 2013.	2	3%

Fonte: Autoria Própria (2022).

Percebe-se na Tabela 3, a partir das principais referências citadas, que as publicações se baseiam em autores clássicos para pesquisas sobre o tema experimentação no ensino de química, por exemplo Benite, Gauche e Galiazzi. Isso também acontece na referência sobre Ensino por Investigação, citando a professora Ana Maria Pessoa de Carvalho, e na referência, quase que universal, de Lüdke e André sobre pesquisa de caráter qualitativo. Consideramos como pico das produções sobre experimentação o ano de 2016, com 32 produtos entre eventos e dissertações/teses.

É importante notar, a partir desse recorte temático e temporal, que os pesquisadores da área de ensino de química pouco referenciam os seus trabalhos baseados em pesquisadores dessa área, além de não citarem pesquisas recentes. Esse é um aspecto que merece mais investigação, inclusive para consolidação do Ensino de Química.

Na análise de conteúdo os resumos foram classificados a partir das categorias empirista-indutivista, racionalista-dedutivista e construtivista. Não foram encontradas atividades experimentais demonstrativas. Quando os resumos não apresentavam informações suficientes para a classificação, foram lidas as metodologias das pesquisas e publicações selecionadas. A Tabela 4 nos mostra a quantidade e as porcentagens relativas e totais dos resumos que foram classificados de acordo com cada categoria.

Tabela 4 – Quantidade de pesquisas e publicações e as porcentagens relativas e totais pertencentes à mesma categoria

Categorias		Empirista-indutivista	Racionalista-dedutivista	Construtivista
Teses	Quantidade	-	-	2
	%	-	-	1,5
Dissertações	Quantidade	2	12	14
	%	1,5	9,2	10,7
Artigos	Quantidade	3	5	4
	%	1,5	3,8	3,1
ENPEC	Quantidade	4	8	12
	%	3,1	6,1	9,2
ENEQ	Quantidade	14	10	40
	%	11,5	8,5	30,7
Total	Quantidade	23	35	72
	%	17,7	27,7	54,6

Fonte: Autoria Própria (2022).

Na Tabela 4, percebe-se que a maioria das pesquisas e publicações, 54,6%, foram classificadas na categoria “construtivista”. Exemplo de pesquisas e publicações que foram incluídas nessas categorias são as que utilizam os pressupostos de sequências de ensino investigativas, as quais Carvalho (2013, p. 9) descreve como:

sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Dessa forma, essas pesquisas e publicações apresentavam um problema inicial, para introduzir os estudantes no tópico desejado, seguido da sistematização do conhecimento e de uma atividade para promover a contextualização.

Também foram incluídas nessa categoria construtivista as pesquisas e publicações que utilizaram a educação problematizadora-dialógica, a qual segue os pressupostos freireanos, como a Investigação Temática Significativa (FREIRE, 2013). Delizoicov (1982; 1991) reorganizou a Investigação Temática Significativa para o ensino e ampliou a Redução Temática com mais uma etapa, na busca por Temas Geradores. Sendo assim, no Levantamento Preliminar acontece o reconhecimento da realidade local e dos educandos; na Codificação, são realizadas a análise e a escolha das possíveis contradições sociais que envolvem os

educandos da localidade; na Descodificação, há a legitimação das Situações-limite e sintetização em Temas Geradores; na Redução Temática, é feita a seleção de conceitos científicos e de conteúdo para compreender o tema, bem como o planejamento de atividades didático-pedagógicas a serem desenvolvidas em sala de aula; e, na nova etapa, concretiza-se o Desenvolvimento em sala de aula.

As pesquisas e publicações que se apropriaram, principalmente, da etapa do Desenvolvimento em sala de aula, utilizaram a proposta didática dos Três Momentos Pedagógicos (3 MPs) – Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). De acordo com Muenchen e Delizoicov (2014, p. 620), os 3 MPs estão assim estruturados:

Problematização Inicial: apresentam-se questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Nesse momento pedagógico, os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, a fim de que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. Organização do Conhecimento: momento em que, sob a orientação do professor, os conhecimentos de física necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são estudados. Aplicação do Conhecimento: momento que se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo quanto outras que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento.

Ainda nessa categoria construtivista, foram incluídas as pesquisas e publicações que trazem alternativas de como superar a precariedade das estruturas institucionais, como a utilização de materiais alternativos, de baixo custo e na diminuição de resíduos químicos. Além disso, também foram incluídas pesquisas que refletiram sobre a utilização das tecnologias da informação e comunicação para auxiliar os estudantes na visualização do nível de representação submicroscópico, explorado nos estudos de Johnstone (1991; 1993). Gonçalves e Marques (2016), a partir de entrevistas semiestruturadas com formadores de professores de cursos de licenciatura em Química, apontaram que essas precariedades podem ser consideradas situações-limites que precisam ser problematizadas.

Outros exemplos de estudos que foram classificados como “construtivistas” foram os que utilizavam a temática como uma forma de contextualização. Algumas

das atividades experimentais desenvolvidas na formação inicial de professores de química, selecionadas como corpus desta pesquisa, trazem temas como “cores” e “atmosfera”, entre outros. No entanto, pela leitura dos resumos e dos capítulos de metodologia, verificou-se a valorização do conhecimento prévio dos participantes da pesquisa, bem como implicações sociais, ambientais, tecnológicas e científicas.

Dessa forma, como Wartha, Silva e Bejarano (2013, p. 86) apontam, o termo correto deveria ser “contextuação”:

o enraizamento na construção dos significados constitui-se por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam na trama de relações em que a realidade é tecida, em outras palavras, trata-se de uma contextuação.

Essa abordagem se aproxima também do último tipo de pesquisas e publicações que foram classificadas como “construtivistas”: Ciências, Tecnologia, Sociedade (CTS). As atividades experimentais na formação inicial de professores desse tipo foram utilizadas como parte do processo de resolução de questões sociocientíficas (QSC). Para Ratcliffe e Grace (2003, p. 2-3, tradução nossa), as QSC possuem as seguintes características:

têm base na ciência, e frequentemente se localizam na fronteira do conhecimento científico; envolvem a formação de opiniões, escolhas a nível pessoal ou social; são frequentemente relatadas pela mídia; possuem informações incompletas e conflitos de evidências científicas; possuem dimensões locais ou globais ligadas a estruturas políticas e sociais; podem envolver elementos de desenvolvimento sustentável; envolvem valores e raciocínio ético; podem requerer algum entendimento de probabilidade ou risco; e são tópicos frequentes na vida cotidiana.

Assim, as atividades experimentais, nessa concepção, são iniciadas com uma QSC, fazem aproximações com a realidade dos estudantes, incentivam a discussão, o diálogo entre professor-estudante e estudante-estudante, a ação e a reflexão.

Destacamos também a frequente menção de estudantes de licenciatura em Química vinculados ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e projetos de extensão e disciplinas pedagógicas (como Metodologia do Ensino de Química, Prática de Ensino de Química, Estágio Supervisionado etc.) nas pesquisas e publicações classificadas como “construtivistas”.

Em relação às classificadas como “dedutivista-racionalistas”, essas representam 27,7% do total (Tabela 4). Como exemplos, podemos citar as atividades experimentais para formação de professores de química que trazem elementos da história da Química, apresentando a reelaboração dos conceitos e a contestação das verdades, demonstrando que não são prontas e acabadas. Bachelard (1996), apesar de ser considerado construtivista, propõe sua epistemologia histórica com base na relação dialética do racionalismo e do realismo. Dessa forma, a ciência não reproduz uma verdade universal; todas as ciências, com suas especificidades, organizam seus critérios de veracidade para um determinado conhecimento e as verdades são sempre provisórias (LOPES, 1996).

Das pesquisas e publicações analisadas, 17,7% (Tabela 4) foram classificadas como empiristas-indutivistas. Elas foram desenvolvidas, principalmente, nas disciplinas específicas da Química, tais como química geral, orgânica, inorgânica, físico-química, analítica etc., as quais, segundo Gatti e colaboradores (2019), estão em maior proporção nas grades curriculares de licenciatura em Química das Instituições de Ensino Superior brasileiras, o que pode acentuar o caráter bacharelesco das licenciaturas. Assim, estudos sobre os fatores que levam ao predomínio das atividades experimentais empiristas-indutivistas nas disciplinas específicas devem ser considerados.

Esse predomínio do perfil empirista-indutivista nas atividades experimentais destinadas ao ensino também foi relatado por Hodson (1985). Em seu estudo, o autor aborda a complexidade de relacionar as teorias com as atividades experimentais, de modo a favorecer a compreensão dos estudantes sobre determinado assunto. Portanto, os roteiros experimentais tendem a utilizar a concepção empirista-indutivista devido à facilidade, a partir da observação, da demonstração das regras ou variáveis que determinam a teoria em questão, a partir da observação.

Hodson (1985), ainda, propõe que as atividades experimentais empiristas-indutivistas numa perspectiva kuhniana devem ser utilizadas no período pré-paradigmático dos estudantes, ou seja, quando os alunos precisam se convencer sobre a teoria. No entanto, é necessário superar essa orientação epistemológica para que os estudantes percebam que o conhecimento científico não é acabado, mas que está em construção, e que os cientistas não são agentes neutros nesse processo.

2.3 Síntese do Capítulo e Encaminhamentos

A partir das pesquisas e publicações analisadas, encontramos apenas duas teses de doutorado que abordam o tema em questão. Essa informação pode ser justificada pela proporção entre os cursos de mestrado e doutorado em Ensino de Ciências/Química. Também notamos que os trabalhos se concentram nas instituições de ensino das regiões Sul, Sudeste e Nordeste, onde há o maior número de programas de pós-graduação *stricto sensu* da área mencionada.

Notamos também que o ensino de Ciências/Química é composto por várias áreas do conhecimento, pois há uma grande diversidade nas formações dos autores, coautores e orientadores das pesquisas e publicações analisadas. Essa composição de diferentes áreas pode implicar a inovação no Ensino de Química.

Na análise de conteúdo, verificou-se que 54,6% das pesquisas e publicações recaíram na classificação “construtivista”, na qual observamos atividades experimentais fundamentadas no ensino por investigação, problematizadoras-dialógicas, abordagem temática e CTS. Além disso, há uma frequente menção ao PIBID nessas pesquisas, bem como são desenvolvidas nos projetos de extensão e nas disciplinas pedagógicas.

Na categoria dedutivista-racionalista, 27,7% das pesquisas e publicações foram classificadas na categoria dedutivista-racionalista. Esse número foi justificado pelo fato de que as atividades experimentais trazem elementos da história da Química, apresentando a reelaboração dos conceitos e o questionamento às verdades não são prontas e acabadas.

Ainda, 17,7% das pesquisas e publicações foram classificadas como empiristas-indutivistas, principalmente nas disciplinas específicas da Química, as quais estão em maior quantidade na grade curricular das Licenciaturas em Química brasileiras. Isso pode acentuar o caráter bacharelesco das Licenciaturas.

Dessa forma, levantamos o seguinte questionamento, que será explorado no próximo capítulo: quais os fatores que contribuem para o caráter bacharelesco e que implicam um predomínio de atividades experimentais empiristas-indutivistas nas disciplinas específicas da Química nos cursos de Licenciatura?

3 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O CARÁTER BACHARELESCO NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Na formação inicial de professores de Química, acontecem diversas situações de aprendizagem, como a construção dos conceitos específicos das disciplinas da área de Química sobre educação, ensino, escola, políticas públicas, entre outros. Além disso, também podemos destacar as situações que propiciam aos alunos a relação entre teoria e prática. Entretanto, segundo Gatti e colaboradores (2019), nas Licenciaturas de disciplinas específicas como a Química, a relação entre a teoria e a prática não acontece de forma integral em toda a grade curricular, potencializando o caráter bacharelesco.

Cabe destacar aqui que o entendimento de “caráter bacharelesco” assumido nesta dissertação é aquele em que há prevalência de uma orientação epistemológica empirista-indutivista, para a qual as atividades experimentais tendem a induzir os estudantes ao entendimento de que o conhecimento científico se origina prioritariamente da experimentação, descolado da matriz teórica que o direciona como possibilidade de verdade. Destaca-se que essa visão deriva, em muito, da racionalidade técnica, ainda bastante presente nos cursos de formação inicial, como desenvolveremos adiante.

Diante disso, entendemos como necessário identificar e compreender para posteriormente agir sobre os fatores que potencializam o caráter bacharelesco da Licenciatura em Química, pois, do contrário, se alimentará “um círculo vicioso de carências educacionais e dificultando a implementação de currículos inovadores na educação básica, bem como a própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC)” (GATTI *et al.*, 2019, p. 55).

Pesquisas anteriores como a de Saviani (2005), sobre história da formação docente, afirmam que o ano de 1939 foi marcado pelos modelos de formação de educadores para que atuassem no ensino secundário. A compilação de estudos realizada por Gatti e colaboradores (2019) aborda o contexto das questões sobre políticas educacionais e qualificação dos professores brasileiros. O artigo de Barolli e Villani (2015) discute a tensão constante entre grupos que compõem o campo social de formação de professores de ciências no Brasil. Já o trabalho de Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007), sobre as contribuições epistemológicas no desenvolvimento profissional de formadores de professores de Química, ressalta a

necessidade de refletir sobre o forte caráter bacharelesco na formação inicial de professores de Ciências/Química.

A partir das pesquisas suscitadas, elencamos os seguintes fatores que contribuem para o caráter bacharelesco das licenciaturas em Químicas: (1) fatores históricos na formação de professores; (2) fator das políticas e/ou reformas educacionais; e (3) fator dos formadores de professores. Assim, nas próximas seções deste capítulo, apresentaremos como cada um desses três fatores contribuíram e continuam contribuindo para essa perspectiva.

Este capítulo se configura como pesquisa bibliográfica. Para Lima e Miotto (2007, p. 38), “[...] a pesquisa bibliográfica implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo, e que, por isso, não pode ser aleatório”. A coleta e a análise dos dados ocorreram seguindo as etapas propostas por Salvador (1986 apud LIMA; MIOTTO, 2007). As etapas se dividiram em: investigação das soluções; análise explicativa; e síntese integradora.

Na etapa da investigação das soluções, foram selecionados estudos que abordam o tema em questão; na análise explicativa, ocorreu a análise dos estudos; a última etapa, a síntese integradora, compreendeu as atividades relacionadas à apreensão do problema da pesquisa, investigação rigorosa e síntese.

Dessa forma, organizamos três sínteses integradoras: a primeira apresenta os fatores históricos na formação de professores de Química, como a trajetória das licenciaturas de disciplinas específicas e as propostas formativas; na segunda, as políticas e/ou reformas educacionais (Lei de Diretrizes e Bases 9.394/96 e Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação de Professores da Educação Básica de 2002, 2015 e 2019 – Base Nacional Comum para Formação (BNC-Formação) foram abordadas. Na terceira e última, formadores de professores, expõem-se reflexões sobre a formação, processo seletivo de contratação, perfil e parcerias entre esses profissionais.

3.1 Fatores Históricos na Formação de Professores de Química

Para compreendermos de forma mais ampla a história educacional sobre a formação inicial de professores dos anos finais do ensino fundamental e médio, é importante considerarmos a trajetória das Licenciaturas, em especial as de

disciplinas específicas, e suas relações com as condições das propostas formativas (GATTI *et al.*, 2019).

A preocupação com a formação de professores para atuarem nas disciplinas específicas do nível “secundário” (atuais anos finais do ensino fundamental e ensino médio) só ficou mais evidente no século XX. Em 1939, foram instituídos os cursos de Bacharelado e Licenciatura. Para esse último, foi atribuído o objetivo de formar professores para as disciplinas específicas do ensino secundário (SAVIANI, 2005). Anteriormente a esse período, o trabalho docente era realizado por profissionais liberais e autodidatas (GATTI; BARRETO, 2009).

Borges, Aquino e Puentes (2011) relatam que o número de escolas “secundárias”, até a época anteriormente citada, era bem reduzido, assim como o número de estudantes. A industrialização no Brasil trouxe a necessidade de escolarização da população e a ampliação do sistema de ensino, ocasionando o aumento da demanda de professores (GATTI *et al.*, 2019).

Com o Decreto Presidencial n. 1.190, de 1939, os cursos de bacharelado, relacionados às áreas de referência com vistas à atuação docente em nível “secundário”, ministrados nas universidades brasileiras, começaram a ofertar mais um ano de disciplinas da área da educação para a obtenção do título de Licenciado, possibilitando os graduados a atuarem no ensino secundário. Esse modelo de formação inicial ficou conhecido popularmente como “3+1” (GATTI *et al.*, 2019).

Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007), voltados para a Licenciatura em Química, afirmam que o modelo “3+1” se caracterizava como Bacharelado com algumas disciplinas da Licenciatura incorporadas em sua grade curricular. Além disso, segundo os autores supracitados, esses cursos estavam assentados nas premissas da racionalidade técnica, a qual se estrutura na apresentação de “receitas prontas” de como ensinar e na valorização da dicotomia entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático.

No ano de 1964, o projeto desenvolvimentista do governo militar requisitava a ampliação da escolarização para atender aos interesses econômicos que demandavam a formação de mão de obra para o mercado de trabalho. No entanto, o crescimento da educação pública geral não obteve financiamento adequado. Também não houve a constituição de política específica para a formação de professores, tampouco financiamento para ela (GATTI *et al.*, 2019).

Segundo Gatti e colaboradores (2019), Licenciaturas de disciplinas específicas continuavam a se valer das orientações de currículo mínimo normatizadas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE). Nesse período, também vigorava o Registro de Professor no Ministério da Educação e Cultura (MEC), que permitia aos licenciados lecionar outras disciplinas além da sua formação específica – por exemplo, professores formados em Química poderiam ministrar aulas de física, matemática e ciências. Também existiam os exames de suficiência e os cursos de curta duração, que habilitavam para o exercício do magistério (BAROLLI; VILLANI, 2015; GATTI *et al.*, 2019).

De acordo com Barolli e Villani (2015), os exames de suficiência e os cursos de curta duração, inspirados no modelo de formação rápida sugerida pelo Banco Mundial, foram implantados pelo CNE sem consulta à comunidade universitária, oferecendo aos licenciandos uma formação muito aligeirada, novamente com o propósito de formar mão de obra barata, mas minimamente instruída para atender aos interesses econômicos internacionais sobre o mercado de trabalho.

Em 2009, com o Decreto Presidencial n. 6.755, foi instituída a Política Nacional para a Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica, regulamentando os programas de formação inicial e continuada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O objetivo era apoiar a expansão e a equalização dos cursos de formação inicial e continuada pelas instituições públicas de Educação Superior. Ainda, tinham como propósito a orientação para a criação de fóruns estaduais permanentes de apoio à formação docente; atribuir ao MEC a aprovação do plano estratégico; e a proposição de ações formativas que previam a articulação entre as instituições de ensino superior e as redes de ensino da Educação Básica, por exemplo o Programa de Institucional de Iniciação à Docência (PIBID) fomentado pela CAPES (BORGES; AQUINO; PUENTES, 2011).

Diante do exposto, é possível perceber que a história das licenciaturas de disciplinas específicas e suas relações com as condições das propostas formativas contribuíram para o predomínio de uma formação bacharelesca. O primeiro modelo, o “3+1”, de formação para professores das disciplinas de Biologia, Química e Física, estava assentado nas premissas da racionalidade técnica, a qual valorizava as disciplinas específicas das referidas áreas. Posteriormente, o projeto desenvolvimentista do governo militar preconizava uma formação de professores

que visava o domínio técnico dos métodos para alcançar resultados previstos e não no desenvolvimento da análise e da crítica social. Apenas em 2009 foi instituída uma política nacional para a formação de professores da Educação Básica, porém, a herança da racionalidade técnica está bastante presente nos cursos de licenciatura de disciplinas específicas.

3.2 Fator das Políticas Educacionais nas Licenciaturas em Química

Com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), n. 9.394 de 1996, foram propostas alterações – tanto para as instituições formadoras, como para cursos de formação de professores, com um prazo de 10 anos para implantação e efetivação das normas (GATTI, 2010).

No entanto, segundo Gatti e colaboradores (2019), neste período de transição, os cursos tinham as raízes ainda no século anterior e oscilavam de acordo com as mudanças de governo. De acordo com Dourado (2015, p. 304), “é importante salientar que a formação de profissionais de magistério da Educação Básica tem se constituído em campo de disputas de concepções, dinâmicas, políticas e currículos”.

A partir da LDB 9.394/96, segundo Gatti *et al.* (2019), foram elaboradas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de formação de professores de disciplinas específicas. No primeiro momento, de acordo com Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007), a Licenciatura em Química seguia as DCN para os Cursos de Licenciatura em Química (Parecer CNE/CES nº 1.301, 2001) e as DCN para Formação de Professores da Educação Básica Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002 (Resolução 1/2002 CNE/CP).

O Parecer CNE/CES nº 1.301, de 2001, destacou a necessidade de um currículo eficaz e envolvente. Ainda, o relato sugeriu que: “já não se pode aceitar o ensino seccionado, departamentalizado, no qual disciplinas e professores se desconhecem entre si” (BRASIL, 2001, p. 2). Essa afirmação foi reforçada na seção “Estrutura Geral do Curso”, na qual, além da não compartimentalização, deveria-se buscar a integração da Química e áreas afins, objetivando a interdisciplinaridade (BRASIL, 2001).

Ao tratar sobre os conteúdos específicos da Licenciatura, considerou-se a Resolução 1/2002 CNE/CP. A referida resolução, de acordo com Borges, Aquino e Puentes (2011), tinha como objetivo superar a dicotomia entre a formação específica e a formação pedagógica. Isso intentou que os licenciandos deveriam desenvolver também as competências esperadas de um futuro professor, com foco no processo de ensino-aprendizagem.

Apoiados nas críticas presentes na literatura sobre a noção de “competências”, quanto à polissemia e à camuflagem do discurso de um professor tecnicista, Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007) complementam que as formações iniciais favoreciam o predomínio das disciplinas específicas e as disciplinas pedagógicas eram sustentadas em uma didática instrumental.

Entretanto, essas diretrizes (1/2002 CNE/CP) se contradizem ao destacar que a prática docente não deve permanecer apenas nas disciplinas pedagógicas e nos estágios supervisionados, como é apontado no Art. 12 da 1/2002 CNE/CP:

Art. 12. Os cursos de formação de professores em nível superior terão a sua duração definida pelo Conselho Pleno, em parecer e resolução específica sobre sua carga horária.

§ 1º A prática, na matriz curricular, não poderá ficar reduzida a um espaço isolado, que a restrinja ao estágio, desarticulado do restante do curso.

§ 2º A prática deverá estar presente desde o início do curso e permear toda a formação do professor.

§ 3º No interior das áreas ou das disciplinas que constituírem os componentes curriculares de formação, e não apenas nas disciplinas pedagógicas, todas terão a sua dimensão prática (BRASIL, 2002, p.4).

Diante do exposto no documento oficial, todas as disciplinas, tanto as de conteúdo específico, no caso da licenciatura em química – química geral, química orgânica, físico-química, química analítica, química inorgânica etc. –, como as disciplinas pedagógicas – metodologia do ensino de química, prática de ensino de química, estágio curricular obrigatório etc. – precisavam apresentar caráter teórico e prático.

A Resolução 1/2002 CNE/CP foi revogada pela resolução nº 2, de 1º de julho de 2015 (2/2015 CNE/CP) para nível superior nas licenciaturas em cursos de licenciatura e na formação pedagógica. A resolução 2/2015 CNE/CP definia:

[...] princípios, fundamentos, dinâmica formativa e procedimentos a serem observados nas políticas, na gestão e nos programas e cursos de formação, bem como no planejamento, nos processos de avaliação e de regulação das instituições de educação que as ofertam (BRASIL, 2015, p. 2).

Ainda, em seu Art. 5, é apresentada uma concepção de educação como:

[...] processos emancipatório e permanente, bem como pelo reconhecimento da especificidade do trabalho docente, que conduz à práxis como expressão da articulação entre teoria e prática e à exigência de que se leve em conta a realidade dos ambientes das instituições educativas da educação básica e da profissão (BRASIL, 2015, p. 6).

Como analisaram Cintra e Costa (2020), a Resolução 2/2015 CNE/CP apresentou uma perspectiva de formação que conduzia à práxis como articulação entre a teoria e a prática, permeada pelo trabalho educativo. No entanto, Gatti e colaboradores (2019), ao analisarem o cenário após a Resolução 2/2015 CNE/CP, verificaram que as licenciaturas das disciplinas específicas ainda priorizavam a área específica, deixando um pequeno espaço para formação pedagógica.

Mais uma vez, devido à troca de orientação política, a Resolução 2/2015 CNE/CP foi revogada pela nova e atual Resolução de 20 de dezembro de 2019 (2/2019 CNE/CP). O referido documento articula a BNCC com a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação).

Por sua vez, a Resolução 2/2019 CNE/CP está alinhada ao desenvolvimento de competências gerais previstas na BNCC. A BNCC orienta a aprendizagem dos estudantes da Educação Básica por meio de competências e habilidades. Segundo Frazão, Gusmão e Antunes (2021), essas orientações causam impacto na formação de professores, visto que eles serão os mediadores do desenvolvimento dessas competências e habilidades dos seus futuros alunos.

Os processos investigativos e a utilização de metodologias ativas são evidenciados na BNCC, o que reforça que o ensino deve ir além de atividades convencionais (BRASIL, 2018). Vale ressaltar que, na década de 1990, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) também eram organizados em competências e habilidades: apesar de não terem um caráter normativo como a BNCC, já apresentavam uma proposta de um ensino com aspectos investigativos e situações-problemas nas atividades de ensino (BRASIL, 1997).

Ainda, em relação à BNCC, as disciplinas Biologia, Física e Química estão inseridas na área Ciências da Natureza, na qual os processos de ensino e aprendizagem indicados estão, muitas vezes, reduzidos à aplicação e ao imediatismo nas situações-problema do cotidiano, dificultando o processo de tomar o conhecimento como objeto da experiência que oportuniza a ação e a reflexão (SILVA, 2018).

Segundo Cintra e Costa (2020), a Resolução 2/2019 CNE/CP também estabelece uma formação integral, com aprendizagens relacionadas ao intelectual, físico, cultural, social e emocional.

Em relação à associação entre teoria e prática, a Resolução 2/2019 CNE/CP, no Art. 5, inciso II, apresenta:

II – Reconhecimento de que a formação de professores exige um conjunto de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes, que estão inerentemente alicerçados na prática, a qual precisa ir muito além do momento de estágio obrigatório, devendo estar presente, desde o início do curso, tanto nos conteúdos educacionais e pedagógicos quanto nos específicos da área do conhecimento a ser ministrado (BRASIL, 2019, p. 4).

Assim como na Resolução 1/2002 CNE/CP, a Resolução 2/2019 CNE/CP destaca que a prática docente não se desenvolve somente a partir das disciplinas pedagógicas e nos estágios supervisionados. Para que essa associação entre a teoria e a prática ocorra, as diretrizes em questão trazem como anexo a BNC-Formação, a qual, assim como a BNCC, apresenta uma série de competências e habilidades que os licenciandos precisam desenvolver durante a formação inicial, o que pode configurar uma concepção que favorece a prática com resultados previsíveis. Em tal concepção, os valores educativos se transformam em condutas, instrumentalizando a prática. Como Contreras (2002) afirma, a instrumentalização implica a proletarização ideológica.

A sucessão de políticas e/ou reformas educacionais colaboraram para a constituição da concepção bacharelesca para os cursos de Ciências/Química. A Resolução 1/2002 CNE/CP é contraditória no seu texto ao apresentar o objetivo de superar a dicotomia entre a formação específica e a formação pedagógica. No entanto, essa mesma resolução apresenta uma lista de competências e habilidades que favoreciam o predomínio das disciplinas específicas sobre as disciplinas pedagógicas. A seguir, a Resolução 2/2015 CNE/CP apresentou uma perspectiva de

formação que conduzia à práxis como articulação entre a teoria e a prática, porém pesquisas após sua implementação verificaram que o cenário também não mudou. Já a mais recente, a Resolução 2/2019 CNE/CP, está alinhada com a BNCC que apresenta os processos de ensino e aprendizado reduzidos à aplicação e ao imediatismo nas situações-problema do cotidiano, que apresenta os processos de ensino e aprendizagem vinculados à ação prática, em que o exercício repetitivo da docência poderá melhor formar o professor, sem adotar a compreensão sustentada pela práxis reflexiva.

3.3 Formadores de Professores de Química

Outro fator que pode contribuir para o caráter bacharelesco das Licenciaturas em Química engloba a formação, os processos seletivos para contratação e o perfil dos formadores de professores. Segundo Gatti e colaboradores (2019), a maioria desses professores não tiveram uma formação didático-pedagógica e seus processos seletivos para contratação e carreiras se baseiam na produção e publicação de trabalhos científicos-acadêmicos nas áreas de conhecimento às quais se dedicam.

A formação dos formadores de professores perpassa os programas de pós-graduação *stricto sensu* na modalidade acadêmica ou profissional. Schnetzler (2002), ao analisar a questão no período de 1971 a 2001, verificou que apenas 25 doutores se formaram em Ensino de Química nas universidades brasileiras. Por outro lado, Andrade e colaboradores (2004) levantaram que só no ano de 2001 se formaram no Brasil 292 doutores em Química (pura ou dura). Esse cenário pode ser interpretado, por exemplo, como sendo um reflexo do número reduzido de orientadores na área de Ensino de Química (SCHNETZLER, 2002).

Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007), ao analisarem esse mesmo panorama, alertam para que a continuidade da atuação dos doutores em Química (pura ou dura) nas disciplinas de Metodologia do Ensino de Química, Prática de Ensino de Química, dentre outras, sem possuírem conhecimento e formação específica para ministrar tais disciplinas – isso se não houver um aumento significativo na formação de doutores em Ensino de Química. Os autores advertem, ainda, que os formadores de professores que realizam suas pós-graduações na área

específica têm poucas possibilidades de iniciar em uma formação didático-pedagógica (GONÇALVES; MARQUES; DELIZOICOV, 2007). Além disso, muitos deles não são licenciados e poucos pesquisam questões relativas ao ensino e didáticas nessas áreas (GATTI *et al.*, 2019).

Enquanto pós-graduandos, segundo Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007), os bolsistas CAPES futuros formadores de professores precisam realizar o estágio de docência. Há também cursos que oferecem disciplinas destinadas à formação didático-pedagógica e programas de pós-graduação na área específica que oferecem cursos no Ensino de Química. Embora sejam possibilidades importantes ao desenvolvimento profissional desses profissionais, ainda são bastante restritas e insuficientes (ARROIO; RODRIGUES FILHO; SILVA, 2006). Em suma, no contexto universitário, há uma valorização da formação voltada para a pesquisa na área pura ou dura em detrimento da formação para docência e para pesquisas sobre a docência – o que parece resultar em reducionismos que associam, automaticamente, uma excelente atuação na pesquisa ao excelente desempenho na docência (ZABALZA, 2004).

Com o aumento significativo dos programas de pós-graduação, a proporção entre titulados das áreas de Ensino de Química e Química mudou. Entretanto, o Documento de Área 2019 – CAPES de Ensino não apresenta o número de titulados, por isso a Tabela 5 foi construída a partir das informações sobre quantidade de programas de pós-graduação e seus respectivos cursos disponibilizadas nos documentos de área de Ensino e de Química, em separado.

Tabela 5 – Relações das quantidades de Programas de Pós-Graduação e seus respectivos cursos entre as áreas de Ensino e Química

Programas de Pós-Graduação	Me	Mp	Do	Dp	Me/Do	Mp/Dp	Total
Ensino	47	91	6	-	33	4	181
Química	21	3	2	-	47	-	73
Relação	2,2	30,3	3		0,7		2,5
Cursos							
Ensino	80	91	39	-	-	-	210
Química	68	3	49	-	-	-	120
Relação	1,2	30,3	0,8				1,7

Nota: Mestrado Acadêmico (Me); Mestrado Profissional (Mp); Doutorado Acadêmico (Do); Doutorado Profissional (Dp); Mestrado e Doutorado Acadêmicos (Me/Do); Mestrado e Doutorado Profissionais (Mp/Dp).

Fonte: Adaptado de Brasil (2019a) e Brasil (2019b).

Na Tabela 5, percebe-se que o total, tanto de Programas de Pós-Graduação Cursos de Ensino, são, respectivamente, três e duas vezes maiores que os de Química. Essas relações se justificam pelos números de mestrados profissionais, sendo os de Ensino trinta vezes maiores que os de Química. No entanto, ao analisarmos os números de cursos de doutorado, percebe-se que a relação é apenas uma vez, ou seja, não há mais uma diferença expressiva entre os programas de pós-graduação das áreas de Química e Ensino que ofertam cursos de doutorado atualmente. Segundo Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007), o aumento de doutores (em Ensino de Química) contribui para a qualificação dos cursos de licenciatura e para o desenvolvimento de novas pesquisas.

Dessa forma, ressalta-se a importância de mais estudos sobre esses dados, pois podem interferir no processo seletivo de contratação de professores universitários, visto que o sistema de pontuação favorece os candidatos que apresentam uma maior qualificação. Além disso, estudos sobre a formação dos profissionais atuantes nas licenciaturas das universidades brasileiras também devem ser considerados. Pois, havendo uma diferença significativa entre formadores de professores provindos somente da área específica e formadores de professores que permearam ao menos uma vez na área de Ensino, nas reuniões de colegiado, o grupo que estiver em maioria pode favorecer para um determinado perfil das Licenciaturas.

Outro ponto levantado por Gonçalves, Marques e Delizoicov (2007) são as parcerias colaborativas entre os formadores de professores da área de Ensino e de Química, as quais podem favorecer os cursos de Licenciatura. Entretanto, segundo Guimarães, Massena e Siqueira (2020), deve haver um suporte das instituições de ensino superior na busca por inovação, caso contrário devido as experiências negativas pode ocorrer a descontinuidade nos projetos. O que reforça, como Freire (2013) denomina de cultura do silêncio, entre as áreas da Química e Ensino de Química.

3.4 Síntese do Capítulo e Encaminhamentos

Neste capítulo, buscamos discutir como os três fatores aqui apresentados podem contribuir para o caráter bacharelesco das Licenciaturas em

Ciências/Química. A trajetória histórica da formação de professores e, portanto, das licenciaturas em Ciências/Química, assim como suas relações com as propostas formativas, estão assentadas nas premissas da racionalidade técnica, a qual valoriza a dicotomia entre teoria e prática.

Em relação ao fator das políticas e/ou reformas educacionais, percebemos que os documentos oficiais norteadores das licenciaturas são contraditórios nas associações entre teoria e prática. O motivo da contradição está na utilização do termo “competência”, apresentado na resolução CNE/CP 1/2002 e resgatado na resolução CNE/CP 2/2019 – BNC-Formação, associado ao movimento de implementação da BNCC. Esse momento de implantação da BNCC pode camuflar um discurso tecnicista, implicando um predomínio das disciplinas específicas em relação às disciplinas pedagógicas. Esses documentos causam impacto na formação de professores, visto que eles serão os mediadores do desenvolvimento das competências e habilidades de seus estudantes.

Entretanto, artigos e incisos dos mesmos documentos orientam que toda a grade curricular precisa apresentar caráter teórico e prático, e não restringir essa articulação apenas no estágio supervisionado. Ressaltamos que são necessários mais estudos para compreender o impacto da nova e atual resolução CNE/CP 2/2019, sobre as relações entre teoria e prática na formação docente.

Com o fator sobre formadores de professores, percebemos que no passado a formação desses profissionais, na sua maioria, era na área de Química “pura”. Com o aumento significativo dos programas de pós-graduação, a razão ou diferença entre cursos de doutorado das áreas de Ensino e Química diminuiu.

O aumento de doutores na área de Ensino de Química pode ter contribuído para uma melhor qualificação dos cursos de licenciatura em Química. Ressaltamos que mais estudos sobre o número de titulados e o perfil dos professores universitários atuantes são necessários para uma melhor compreensão desse cenário. Parcerias entre os formadores de professores provindos da área específica e do Ensino, com o apoio das instituições de ensino superior, podem resultar em inovação para os cursos de licenciatura.

Com base neste capítulo, no problema de pesquisa, na orientação epistemológica predominante nas atividades experimentais nas disciplinas específicas da Química nas licenciaturas em Química e com um sentimento de mudança, no próximo capítulo, apoiamo-nos nas ideias de Gaston Bachelard (1884-

1962), as quais convergem na proposição de um ensino nas perspectivas de resolução de problemas a partir da superação de obstáculos pedagógicos.

4 GASTON BACHELARD E A NOÇÃO DE OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

A vida de Gaston Bachelard (1884-1962), assim como sua proposta epistemológica histórica, é marcada por rupturas e descontinuidades. O epistemólogo em questão nasceu na cidade de Champagne (Bar-sur-Aub), na França, em 1884. Na vida adulta, conciliava os estudos de matemática com o trabalho nos correios. A primeira Grande Guerra causou uma descontinuação nos seus projetos, levando-o à decisão de seguir a carreira de magistério no ensino secundário, lecionando Química e Física na sua cidade natal. Aos 35 anos, com uma nova ruptura, ele começou os estudos em Filosofia, que resultaram na publicação de duas teses: “Ensaio sobre o Conhecimento Aproximado” e “Estudo sobre a Revolução de um Problema de Física: a Propagação Térmica dos Sólidos”, sendo que, na primeira tese, são apresentadas as ideias centrais da sua epistemologia. Lecionou História e Filosofia da Ciência na Sorbonne entre 1940 e 1954 e faleceu em Paris em 1962 (BACHELARD, 1978).

A marca central de Bachelard, como aponta Lopes (1996, p. 248), “é o eterno recomeçar, a nos exigir uma constante vigilância epistemológica”. Sua proposta de epistemologia histórica nos faz questionar se há uma única e universal forma de ciência. Para Bachelard (1996), a ciência é uma construção social e seus critérios de científicidade são coletivos e setoriais às diferentes ciências.

A epistemologia histórica proposta por Bachelard (1996) não objetiva estabelecer critérios de demarcação, ou seja, a distinção entre ciência e pseudociência – problema que motivou Popper (1980) a escrever sua obra. Para Bachelard, segundo Lopes (1996), tal prática implica a realização de recortes da história real das ciências. Dessa forma, na perspectiva da epistemologia histórica, Bachelard defende a relação dialética entre duas bases metafísicas predominantes na filosofia: racionalismo e o realismo (FÁVERO; TONIETO, 2017).

Para compreendermos o que são essas duas bases metafísicas, recorreremos à obra de Hessen (2000). Para o autor supracitado, o racionalismo, como origem do conhecimento, é a postura epistemológica que utiliza a razão como a principal fonte do conhecimento humano – e esse conhecimento precisa ser necessário e apresentar uma validade universal. Já no realismo, os objetos reais existem independente da consciência.

Segundo Fávero e Tonieto (2017), para Bachelard, essas duas bases metafísicas utilizadas separadamente apresentam problemas (fragilidades) e quando trabalhadas dialeticamente ressaltam as suas capacidades de complementariedade, ganhando destaque as suas potencialidades. Para Bachelard, segundo esses autores, a disputa entre as duas metafísicas mencionadas impede a compreensão do saber científico nos seguintes aspectos: a imposição do dualismo entre racionalismo e o realismo, desconsiderando a dinâmica do novo espírito científico; as duas bases filosóficas não resistem aos dois obstáculos epistemológicos (“princípios universais” e “fatos e experiências particulares”); e a desconsideração dos valores básicos do pensamento científico contemporâneo.

Quando o racionalismo e o realismo são tomados como complementares, há o reconhecimento da descontinuidade e das rupturas entre o conhecimento científico e o conhecimento comum (FÁVERO; TONIETO, 2017). No entanto, esse processo de negação (descontinuidade e rupturas) do desenvolvimento da ciência não implica o abandono das teorias anteriormente construídas, mas sim uma atitude de conciliação. Ressaltamos que conciliar, nesse sentido, não é aceitar qualquer teoria como válida, mas definir muito precisamente o campo de validade e aplicação de uma determinada teoria (LOPES, 1996).

[...] toda cultura científica deve começar por uma catarse intelectual e afetiva. Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir (BACHELARD, 1996, p. 24).

O racionalismo aplicado, como o próprio nome indica, tem a aplicação como ideia central. Sendo assim, a ação científica é guiada pelo racionalismo matemático, pela realização de um programa racional de experimentação, no qual o fenômeno ordenado, mais completo que o fenômeno natural; e pelo fenômeno realizado, que deve ser protegido contra toda a perturbação irracional (MOREIRA; MASSONI, 2011).

Dessa forma, a epistemologia bachelardiana possui um “vetor epistemológico” que vai do racionalismo para o realismo (FÁVERO; TONIETO, 2017). No entanto, tal linearidade consiste em uma armadilha ou “obstáculo epistemológico”, pois na medida em que o real científico (fenômeno ordenado) se

diferencial do real dado (fenômeno natural), o conhecimento comum, fundamentado no real dado, no empirismo das primeiras impressões, é contraditório em relação ao conhecimento científico (LOPES, 1996).

[...] é no próprio ato de conhecer, intimamente, que aparecem, por uma espécie de imperiosidade funcional, as lentidões e as dificuldades. Aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão; aí que discerniremos causas de inércia que chamaremos de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996, p. 17).

Na obra “A formação do espírito científico”, Bachelard (1996) apresenta sete obstáculos epistemológicos, os quais Costa (2012, p. 5) sintetiza:

A experiência primeira é aquela imediata, revestida de sentimentos, impulsos, paixões, desejos inconscientes, fantasias, intuições, vaidade do saber. Trata-se do conhecimento do senso comum ou do estágio pré-científico.

O conhecimento geral opera com o método do raciocínio indutivo, pelo qual, por meio de uma série de fatos particulares, chega-se a generalizações precipitadas (incomprovadas, indefinidas), a definições prévias, a conclusões utilitárias do conhecimento imediato.

O obstáculo verbal se utiliza da metáfora da “esponja”, para demonstrar a usual e abusiva extensão do uso de imagens generalizadas. Criou-se o substantivo abstrato e o conceito de “esponjosidade” como uma categoria empírica (o caráter esponjoso).

O conhecimento unitário e pragmático. O primeiro é representado por “generalidades bem mais amplas”, ou seja, uma visão geral do mundo. O segundo diz respeito ao senso utilitário, onde o verdadeiro deve ser acompanhado do útil.

O obstáculo substancialista é um obstáculo “polimorfo”, consiste em sobrecarregar um objeto de sentidos. Nas palavras de Bachelard “um dos sintomas mais claros da sedução substancialista é o acúmulo de adjetivos para um mesmo substantivo”.

O obstáculo animista leva para o campo da biologia humana, em “um verdadeiro fetichismo da vida”, fenômenos e objetos materiais e abstratos atribuindo-lhes propriedades antropomórficas.

O último obstáculo conhecimento quantitativo, que Bachelard chama de valorização excessiva aos dados quantitativos, o excesso de precisão numérica e de medição, uma geometrização.

Para Bachelard, tal como Fávero e Tonieto (2017, p. 159) destacam, “a ciência não busca mais apenas descrever dados ou o real, mas cria seus objetos, sendo o dado científico um resultado e não um achado”. O real, que está de acordo com noção de fenomenotécnica, delineada por Bachelard, pode ser entendido, segundo Lopes, (1996), como o real científico. É construído na relação sujeito-objeto, mediado pela técnica, pelo aparelho ou instrumento de medida. Dessa forma, o real científico já está em relação dialética com a razão científica.

Diante do exposto, Moreira e Massoni (2011) concluem que a busca pela verdade por parte dos cientistas é inútil, pois, nas práticas científicas, o conhecimento é a reforma de uma ilusão. Estruturando, dessa forma, um novo conhecimento sempre tendo em conta um conhecimento anterior, retificando-se. Por isso, não existem verdades primeiras, apenas os primeiros erros.

Nas palavras de Lopes (1996, p. 253):

[...] a ciência é o processo de produção da verdade, é o trabalho dos cientistas – os trabalhadores da prova – no processo de reorganização da experiência em um esquema racional. Desta maneira, a ciência não reproduz uma verdade, seja ela a verdade dos fatos ou das faculdades do conhecimento. Portanto, não existem critérios universais ou exteriores para julgar a verdade de uma ciência. Cada ciência produz sua verdade e organiza os critérios de análise da veracidade de um conhecimento. Mas a lógica da verdade atual da ciência não é a lógica da verdade de sempre: as verdades são sempre provisórias.

Bachelard (1996) também se preocupa com a formação do espírito científico – para isso, o cientista considerou os elementos históricos, visto que a produção e a evolução do conhecimento acontecem por rupturas históricas e epistemológicas. No entanto, alguns aspectos dos processos formativos de desenvolvimento humano permanecem os mesmos apesar das rupturas, ou seja, não tem correspondência histórica, o que pode conduzir à passividade do espírito científico (FÁVERO; TONIETO, 2017).

[...] compreender a dinâmica do novo espírito científico, assim como analisar criticamente o conhecimento científico e apreender sua objetividade é um processo que requer aprendizagem, por isso uma tarefa pedagógica que exige retificar o modo como se compreende o estatuto epistemológico do conhecimento científico, que deixa de ser realista ou racionalista, para ser realista e racionalista. Tal tarefa pedagógica se coloca para todos aqueles que estão envolvidos no processo de produção científica, isto é, envolvidos no processo de formação do espírito científico e, por consequência, na superação dos obstáculos epistemológicos (FÁVERO; TONIETO, 2017, p. 161).

Dessa forma, faz-se necessário compreender os obstáculos epistemológicos associados aos obstáculos pedagógicos de modo a pensar na tarefa mais difícil, ou, de acordo com Bachelard (1996, p. 24), “colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente”.

4.1 Obstáculos Pedagógicos associados aos Obstáculos Epistemológicos

Segundo Bachelard (1996), o desenvolvimento do espírito científico se dá por três etapas, denominadas como “lei dos três estados do espírito científico”: a primeira é o “estado concreto”, quando o sujeito se depara com o objeto e ocorrem as primeiras tentativas de compreender os fenômenos naturais (predominância de um forte realismo); a segunda é o “estado concreto-abstrato”, em que há tentativas de compreender os fenômenos naturais por meio de esquemas geométricos (movimento do realismo e para o racionalismo, porém há forte predominância do realismo); e a terceira é o “estado abstrato”, através do qual a abstração voluntária da compreensão dos fenômenos naturais acontece, por meio da dúvida científica (predominância do vetor epistemológico).

Ao relacionar esses conceitos como uma tarefa pedagógica, todo educador deve criar e manter o interesse pela pesquisa de seus estudantes. Esse interesse se mostra, dessa forma, na construção da psicologia da “paciência científica” – aquela que trabalha com a retificação, valorizando o erro – e não com a “paciência erudita”, que trabalha com a acumulação e a repetição dos saberes (BACHELARD, 1996).

A curiosidade epistêmica deve ser despertada para garantir a sustentação do interesse do sujeito com o objeto a ser desvelado. Esse interesse se mostra também na construção do conceito de “paciência científica” (FÁVERO; TONIETO, 2017).

Para estabelecer a psicologia da “paciência científica”, de acordo com Bachelard (1996), é preciso adicionar as “leis dos três estados do espírito científico” à “lei dos três estados da alma”, caracterizados por:

a) “Estado da alma pueril e mundana”, em que predomina a curiosidade ingênua e o assombro diante dos fenômenos instrumentalizados; tal estado está ligado ao “estado concreto”;

b) “Estado da alma professoral”, cuidadoso com seu dogmatismo, permanece imóvel na sua primeira abstração, repete ano após ano os seus saberes, impõe suas demonstrações; centrado no interesse dedutivo, esse “sustentáculo tão cômodo da autoridade” está alinhado ao “estado concreto-abstrato” e há a predominância da “paciência erudita”;

c) “Estado da alma com dificuldade de abstrair e de chegar à quintessência”, em que a consciência dolorosa se manifesta no “estado abstrato”, há a predominância do vetor-epistemológico e a “paciência científica” ganha sua expressão máxima.

Nesses processos, também podemos associar os “obstáculos epistemológicos” aos “obstáculos pedagógicos”, os quais vamos detalhar nos próximos parágrafos.

Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2002), ao relacionar o obstáculo epistemológico experiência primeira como obstáculo pedagógico, na educação em ciência, afirmam que o colorido pitoresco de um fenômeno científico ou natural seduz os estudantes de tal forma que a admiração ao evento se opõe à busca do “porquê” e do “porque não”.

Para Bachelard (1996), no ensino básico, as atividades experimentais cheias de imagens são falsos centros de interesse e, por isso, é necessário que o professor leve a lousa para a bancada de experiências, com o propósito de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto.

No conhecimento geral como obstáculo epistemológico associado ao pedagógico, quando ocorre no processo de ensino e aprendizado, a ideia geral aparece como uma adaptação do senso comum (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2002). Bachelard (1996) ilustra esse obstáculo no contexto do ensino elementar com a experiência no vácuo, que é realizada com um tubo de Newton, que geralmente ocorre nas aulas de mecânica clássica newtoniana. A partir dessa experiência, chega-se a uma lei que no vácuo todos os corpos caem à mesma velocidade. A lei é tão clara, tão completa, tão fechada, que se torna um entrave ao pensamento, pois satisfaz o indivíduo, levando-o a não mais sentir necessidade de pesquisar sobre o assunto.

O obstáculo epistemológico verbal, em situações de ensino e aprendizagem, palavra é referido através da palavra esponja para a explicação de Bachelard (1996). Andrade, Zylbersztajn, Ferrari (2002, p. 182), sobre tal obstáculo, afirmam:

“há palavras que, dizendo respeito a linguagem aprendida em contextos não científicos e com conotações divergentes ou com uma significação simbólica para o sujeito, constituem barreira ao ensino formal das ciências”. A manifestação do referido obstáculo deriva da utilização de imagens desajustadas, analogias e metáforas que podem reforçar concepções alternativas radicais no imaginário dos estudantes.

No conhecimento unitário e pragmático, Bachelard (1996, p. 114) afirma que “em todos os fenômenos, procura-se a utilidade humana, não só pela vantagem que pode oferecer, mas como princípio de explicação”. Como obstáculo pedagógico, é constatado quando os estudantes o associam somente aos aspectos utilitários (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2002). Os autores supracitados ainda utilizam o exemplo da concepção da “(...) fotossíntese é a função que purifica o ar”, sendo tal definição suficiente para definir os conceitos.

O obstáculo epistemológico substancialista é considerado, segundo Bachelard (1996), um entrave ao progresso científico por estar baseado em uma filosofia fácil. No formato de obstáculo pedagógico, os estudantes atribuem qualidades aos fenômenos (TRINDADE; NAGASHIMA; ANDRADE, 2019).

O animista como obstáculo pedagógico, em educação em ciências, segundo Trindade, Nagashima e Andrade (2019), ocorre quando os professores de ciências dão vida aos fenômenos científicos – processo que ocorre com frequência nas salas de aula. Além disso, esse obstáculo é encontrado principalmente nas ilustrações dos livros didáticos.

O último obstáculo epistemológico, o conhecimento quantitativo no formato de obstáculo pedagógico, dá-se quando os estudantes valorizam o excesso de precisão numérica e de medição. Amaral e Mortimer (2002) exemplificam esse obstáculo com a excessiva utilização do termômetro nas atividades experimentais sobre calorimetria no ensino básico e superior, sem que ocorra o aprofundamento no fenômeno e em seu significado, apresentando o resultado pelo resultado.

Bachelard (1996), apesar de não ter uma obra exclusiva para a educação, mostra-se surpreendido na obra “A Formação do Espírito Científico” com o fato de os professores de ciências não compreenderem o porquê de os estudantes não conseguirem compreender certos fenômenos.

Os professores, ao não considerarem os obstáculos pedagógicos, pensam que o desenvolvimento do espírito científico começa pela aula, que as lacunas são

preenchidas pela repetição das lições e que se entende uma demonstração realizando-a passo a passo (BACHELARD, 1996). Esquecem-se, dessa forma, de que os estudantes já possuem uma bagagem – o espírito científico se apresenta com seus conhecimentos anteriores, nunca é uma tábula rasa (FÁVERO; TONIETO, 2017).

Para uma nova compreensão dos estudantes, o primeiro desafio é derrubar os obstáculos pedagógicos adquiridos e cultivados desde o seu nascimento, fazer com que os estudantes percebam que suas visões de mundo são limitadas e ingênuas (FÁVERO; TONIETO, 2017).

Segundo Lopes (1996, p. 256):

na medida em que se crê na continuidade entre conhecimento comum e conhecimento científico, procura-se reforçá-la: busca-se considerar a ciência como uma atividade fácil, simples, extremamente acessível, nada mais que um refinamento das atividades do senso comum. Tal perspectiva, por sua vez, tende a ser a divulgação de uma falsa imagem da ciência, capaz de estimular processos de vulgarização excessivamente simplificadores e, por isso mesmo, crivados de equívocos.

Bachelard, ao contrário, enfatiza, em diversos momentos de sua obra, “o fascínio que a dificuldade pode exercer, o prazer gerado pelo mérito de se vencer as dificuldades do saber – as verdadeiras dificuldades racionais, e não as dificuldades externas ao conhecimento” (LOPES, 1996, p. 256).

Então, o primeiro obstáculo pedagógico a ser superado é o da opinião (BACHELARD, 1996). Não podemos ter opinião sobre problemas que não conhecemos, sobre questões que não sabemos formular claramente. É preciso elaborar boas perguntas a serem respondidas, delimitar bem os problemas a serem investigados, pois os obstáculos pedagógicos tomam parte justamente do conhecimento não formulado (FÁVERO; TONIETO, 2017).

Dessa forma, a tarefa mais difícil enfrentada pelos educadores, segundo Bachelard (1996), é colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, ou seja, substituir as visões de mundo iniciais ligadas ao realismo e dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecendo a razão para evoluir. O fenômeno se torna mais complexo quanto maior o número de fatores que o influenciam, se aproximando mais da realidade (FÁVERO; TONIETO, 2017).

Também, os educadores da educação básica, do nível superior e até os futuros professores devem considerar a superação da “alma professoral”, em que há

a predominância da “paciência erudita”, que trabalha com a acumulação e a repetição. Um exemplo de predominância da “paciência erudita”, por parte dos educadores, é a repetição de métodos pedagógicos (BACHELARD, 1996). Os educadores, em geral, não têm o hábito de mudar seus métodos de ensino, pois não têm o senso de fracasso por justamente se considerarem mestres em suas áreas. Os educadores não se compreendem como um espírito científico em formação, não se dão conta das variáveis que interferem no modo como se relacionam com a cultura científica – essa visão resulta no dualismo das metafísicas (racionalismo “ou” realismo) e não contribui para que outras pessoas, no caso, seus estudantes, aperfeiçoem o seu espírito científico (FÁVERO; TONIETO, 2017).

4.2 Síntese do Capítulo e Encaminhamentos

Bachelard, ao propor sua epistemologia histórica, apresenta o conceito de obstáculos epistemológicos, os quais são encarados como barreiras, freios e acarretam num imobilismo do espírito científico.

Na obra “A formação do espírito científico”, Bachelard (1996) apresenta sete obstáculos epistemológicos, a saber: (1) experiência primeira, na qual há o predomínio do senso comum e a observação básica sem reflexão; (2) conhecimento geral, no qual generalizações precipitadas são oriundas de fatos particulares; (3) verbal, quando há a associação de uma palavra concreta a uma palavra abstrata; (4) unitário e pragmático, traduzindo-se na procura do caráter utilitário de um fenômeno como princípio de explicação; (5) substancialista, quando ocorre o uso de imagens ou atribuição de qualidades aos fenômenos; (6) animista, no qual “vida” é uma palavra mágica que atribui valor às substâncias; e (7) conhecimento quantitativo, no qual há valorização excessiva dos dados quantitativos, precisão numérica, medição e uma geometrização.

No entanto, os obstáculos epistemológicos só são identificados pelos epistemólogos num momento posterior, quando o conjunto de argumentos já está estabelecido. Para Bachelard, deve haver uma ruptura com o conhecimento prévio.

Apesar de não ter uma obra dedicada exclusivamente ao ensino, para Bachelard, o ato educativo deve ser dialógico. Para isso, devemos saber formular

problemas para romper com o primeiro obstáculo: a opinião. Dessa forma, podemos estender a noção de obstáculo epistemológico para obstáculos pedagógicos.

Diante do exposto, que estratégias didático-metodológicas podemos organizar para identificar de obstáculos pedagógicos a partir de formulação de problemas contextualizados?

5 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

A aprendizagem baseada em problemas (ABP), ou *Problem-Based Learning* (PBL) na língua inglesa, é uma estratégia de ensino-aprendizagem com base construtivista que parte de uma situação-problema (real ou simulada) para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, incentivando o trabalho colaborativo entre estudantes para construção de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais (BATE *et al.*, 2014; RIBEIRO, 2019).

A ABP capacita os estudantes para que realizem pesquisas, relacionem a teoria com a prática, adquiram e apliquem conceitos fundamentais da área do conhecimento em questão e desenvolvam habilidades de soluções de problemas durante o processo (SAVERY, 2006).

As habilidades de soluções de problemas esperadas na utilização da ABP são listadas por Munhoz (2019, p. 126):

- a) Aptidão para definir claramente como será efetivada a solução de um problema, com a abordagem a ser adotada e a estratégia a ser seguida, primeiro passo na apresentação da solução do problema proposto;
- b) Capacidade para acessar, avaliar e utilizar dados compilados a partir de uma variedade de fontes;
- c) Coragem para alterar hipóteses, sempre que forem dadas ou consideradas novas informações que podem alterar a solução do problema;
- d) Condições de desenvolver soluções claras, que demonstram o ajuste do problema e das condições apoiadas e baseadas em argumentos e informações claras.

Além disso, a ABP proporciona a integração das áreas do conhecimento devido ao uso de uma situação-problema real ou próxima da realidade. Nada acontece de forma isolada nessa perspectiva, sempre há interações entre as ciências para que determinado fenômeno ocorra (BIGGS; TANG, 2007).

Segundo Ribeiro (2019), a ABP tem sido ocasionalmente criticada por não ter uma fundamentação teórica. Penaforte (2001), em sua obra, afirma que seus idealizadores não realizaram estudos prévios para estabelecer um referencial teórico que desse suporte à elaboração e à execução da estratégia ativa em questão.

Entretanto, autores como Escrivão Filho e Ribeiro (2009); Ribeiro (2019) e Lopes; e Silva Filho e Alves (2019) realizam aproximações com as teorias e estudos de pesquisadores como Dewey (1889); Bruner (1966); Ausubel (1968); Rogers (1942); Paulo Freire (1961), entre outros.

A instituição que estruturou a ABP foi a Universidade MacMaster, em Hamilton no Canadá, no final da década de 1960, para desenvolver a aplicação dos conteúdos conceituais com seus alunos na escola de medicina. Isso porque professores e estudantes estavam insatisfeitos com o ensino tradicional e buscavam uma alternativa (BOROCHOVICIUS; TORTELLA, 2014).

Em meados de 1970, universidades como Maastricht na Holanda, Newcastle na Austrália e Harvard nos Estados Unidos adotaram essa estratégia, processo que marcou, assim, a disseminação da ABP pelo mundo todo. No entanto, de acordo com Penaforte (2001), os pesquisadores em educação da Universidade de Havard alegam que a ABP é um formato da Aprendizagem Baseada em Casos, estruturada na década de 30 para os anos finais da escola de negócios, período em que os estudantes já tinham aprendido grande parte do conteúdo.

No Brasil, as instituições pioneiras na implantação da ABP em seus cursos na área de saúde foram a Escola de Saúde Pública do Ceará (CE) em 1993, a Faculdade de Medicina de Marília (SP) em 1997, e a graduação em ciências médicas da Universidade Estadual de Londrina (PR), em 1998 (CARLINI, 2006).

Seu início ocorreu em cursos voltados para a saúde, porém o uso da ABP não apresenta restrições em nenhum nível de ensino tampouco em área do conhecimento. Segundo Ribeiro (2019, p. 11), os princípios da ABP “mostram-se suficientemente robustos para possibilitar seu uso no ensino de outras áreas do conhecimento, sem que as devidas adequações o desconfigurassem”. Com a disseminação dessa estratégia pelo mundo, é possível encontrar estudos que utilizaram a ABP nas áreas de ciências sociais, engenharias, direito, comunicação etc. (COOMBS; ELDEN, 2004).

5.1 Caracterização da Aprendizagem Baseada em Problemas

Segundo Barrows (1996), um dos pioneiros na publicação científica sobre ABP, as características principais dessa estratégia são: (1) uso de uma situação-

problema antes de iniciar a construção do conhecimento e as discussões; (2) professor como um orientador/tutor; (3) estruturação de um processo formal para resolver problemas; (4) trabalho em equipe; (5) estudo autônomo do estudante; e (6) favorecimento da integração de saberes.

Uma situação-problema ideal deve ser aberta, próxima da realidade e possibilitar conexões com o conhecimento prévio dos estudantes. Essas características promovem o surgimento de várias subquestões e caminhos para diferentes resoluções, como comumente ocorre em nossos cotidianos (BIGGS; TANG, 2007).

Segundo Vignochi e colaboradores (2009), as situações-problemas são geradas a partir de temas de estudos bem definidos com base no currículo do curso, nas ementas e nos planos de ensino das disciplinas. Essa definição proporciona o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades específicas do currículo de uma forma contextualizada (HUNG, 2009). Além disso, as situações-problemas devem considerar as restrições do contexto educacional (tempo, recursos etc.) em que se está inserido (RIBEIRO, 2019).

Para Ribeiro (2019), as situações-problemas são usadas para iniciar, focar e motivar a aprendizagem de conceitos de uma determinada área do conhecimento e podem ajudar a informar aos estudantes de como esses conceitos se originaram.

Ainda em relação às situações-problemas, de acordo com Ribeiro (2019), elas podem ser apresentadas na forma de um texto, ou seja, narrativas sobre desafios ou dilemas enfrentados pelos personagens. Podem também ser apresentadas no formato audiovisual, dramatização e/ou entrevista com pessoas interessadas na resolução ou pertencentes à comunidade. Essas situações-problemas podem ser originais, adaptadas de livro-texto, artigos de revistas, periódicos científicos, jornais etc.

Para a construção de uma situação-problema, Hung (2006) propõe a técnica 3C3R, na qual os componentes centrais representados pelos três “C” significam conteúdo, contexto e conexão; já os componentes processuais são representados pelos três “R”, que significam reflexão, raciocínio e pesquisa (do inglês *research*). Hung (2006) define os componentes centrais como:

a) Conteúdo: metas e objetivos de aprendizagem alinhadas aos componentes curriculares da disciplina;

b) Contexto: relação com o contexto profissional e/ou cotidiano do estudante, verificando sempre sua relevância;

c) Conexão: estruturação dos conceitos a serem apreendidos pelos estudantes, que pode ser por meio de uma ordem lógica (do mais simples para o complexo), sobreposição de conceitos e/ou incorporação do mesmo conceito em vários problemas com contextos distintos.

Já os componentes processuais são definidos por Hung (2006) da seguinte maneira:

a) Pesquisa: foco na área desejada por meio de metas bem definidas e de contexto específico;

b) Raciocínio: relaciona as informações encontradas na pesquisa com as informações fornecidas pelo problema. Uma situação-problema com elevado grau de semiestruturação apresenta muitas informações, já aquela com baixo grau de semiestruturação apresenta poucas informações;

c) Reflexão: conexão dos conhecimentos prévios com as informações da pesquisa e com as informações apresentadas no problema autoavaliação.

As situações-problema, principalmente nas primeiras aplicações com as turmas, também podem oferecer direcionamentos no final delas, ou seja, o professor pode delimitar alguns pontos para que o objetivo central seja alcançado. No entanto, esses direcionamentos não devem oferecer uma resposta única e bem definida, pois estariam assim descaracterizando a ABP (LOHMAN; FINKELSTEIN, 2002).

De acordo com Stinson e Mister (1996), a transição do método convencional à ABP pode gerar nos estudantes a dificuldade para determinar o que é importante ou não no aprendizado, acarretando a resistência deles à nova estratégia. Dessa forma, segundo Escrivão Filho e Ribeiro (2009), a utilização da ABP deve se adaptar às especificidades de cada área do conhecimento, aos estudantes e professores, à instituição de ensino e aos documentos norteadores educacionais das instituições e do país.

O professor na ABP desempenha um papel de tutor, o qual Lopes, Silva Filho e Alves (2019) comparam com a figura de um “orientador” de modo similar ao que ocorre nos cursos de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil. Os autores supracitados ainda destacam que,

além da função de orientador, os professores poderão atuar como professores tradicionais ou como consultores em determinados momentos no decorrer dos ciclos de aprendizagem da ABP, discutindo e expondo temas específicos, norteando o trabalho. Esta atuação poderá ocorrer através de palestras ou de pequenos cursos em temas que sejam bastante específicos ou com muita complexidade, por exemplo (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019).

A função do tutor é orientar os estudantes, facilitar a aprendizagem e fornecer materiais para a pesquisa (BERBEL, 1998). Ribeiro (2019), ainda sobre o professor, ressalta que a utilização da ABP envolve situações mais complexas e incertas do que as encontradas na sala de aula convencional. Dessa forma, o conhecimento pedagógico do professor deve ser construído a partir da reflexão da sua própria prática.

Estruturar um processo formal para resolver problemas significa que os estudantes, primeiramente, devem ser capazes de identificar os problemas relacionados a uma determinada situação real ou simulada. Posteriormente, devem levantar hipóteses a partir dos conhecimentos prévios e, se ainda restarem lacunas, os pontos de aprendizagem podem ser listados pelas equipes de estudantes, formadas por cinco a doze membros (JANSSON *et al.*, 2015).

Após a listagem dos pontos de aprendizagem, o estudo autônomo do estudante é recomendado, pois acarreta uma certa independência e aguça o senso crítico na escolha das informações relevantes para a resolução da situação-problema. Em momento subsequente, os alunos devem levar as informações encontradas para a equipe e decidir uma melhor forma de compilar e apresentar os resultados (BARROWS, 1996).

O último princípio básico da ABP é favorecer a integração de saberes, como apresentado anteriormente. A situação-problema, por ser real ou próxima da realidade, permite a integração das áreas do conhecimento, pois nenhuma das etapas ocorre de forma isolada, sempre há interação entre as ciências para que um determinado fenômeno aconteça (BIGGS; TANG, 2007).

5.2 Aprendizagem Baseada em Problemas como Estruturante de Currículo

Segundo Munhoz (2019), com a evolução das pesquisas sobre a ABP, surgiu a proposta de que a abordagem, ao invés de utilizada pontualmente em

disciplinas específicas, passasse a ser empregada na alteração da estrutura curricular de cursos, de ordem institucional, do mesmo modo como fora idealizada.

O currículo original, o mais desafiador, é o da Universidade MacMaster, pioneira no tema, em que as dificuldades dos problemas crescem, sem divisões por áreas, à medida que os alunos progridem para os anos finais de seus cursos (RIBEIRO, 2019).

A ABP de currículo híbrido, segundo Ribeiro (2019), consiste em uma situação-problema central cuja resolução é foco central das disciplinas. Dessa forma, as disciplinas se relacionam por intermédio da situação-problema (MOESBY, 2018).

O currículo parcial é aquele no qual a ABP é trabalhada do começo ao fim em uma disciplina de forma isolada (RIBEIRO, 2019). Nesse formato, a situação-problema se limita às teorias e aos conteúdos ensinados na disciplina. O professor supervisiona a resolução e estabelece objetivos idênticos àqueles do plano de ensino da disciplina (MOESBY, 2018).

O último formato, de acordo com Ribeiro (2019), é o *post-holing*, em que, no âmbito uma disciplina baseada em aulas expositivas, a ABP é trabalhada em momentos determinados, com o objetivo de integrar conhecimentos ou aprofundar determinados tópicos.

Nesses dois últimos formatos de currículo ABP – parcial e *post-holing* –, as situações-problemas são trabalhadas de modo muito estruturado, assim como com alto grau de direção do docente (RIBEIRO, 2019).

5.3 Etapas de Aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas

As etapas de aplicação da ABP podem ou não sofrer mudanças devido aos objetivos do professor ou do currículo. Porém, tais alterações devem respeitar as características principais para não invalidar ou inferiorizar a estratégia (RIBEIRO, 2019).

Há uma grande diversidade de estruturar a ABP, mas as seis características apresentadas anteriormente são basilares. Ribeiro (2019, p. 28), para a aplicação da ABP, organiza a estratégia em 5 elementos:

1) Apresenta-se uma situação-problema aos alunos (em grupos) que organizam suas ideias e tentam solucioná-la com o conhecimento que já possuem a respeito do assunto. Isto possibilita que avaliem seus conhecimentos e definam a natureza do problema.

2) Por meio de discussão, os alunos elaboram perguntas, chamadas de pontos ou questões de aprendizagem (*learning issues*) sobre os aspectos do problema que não entendem. Essas questões são anotadas pelo grupo. Os alunos são continuamente estimulados a definir o que sabem e, sobretudo o que não sabem a respeito do problema.

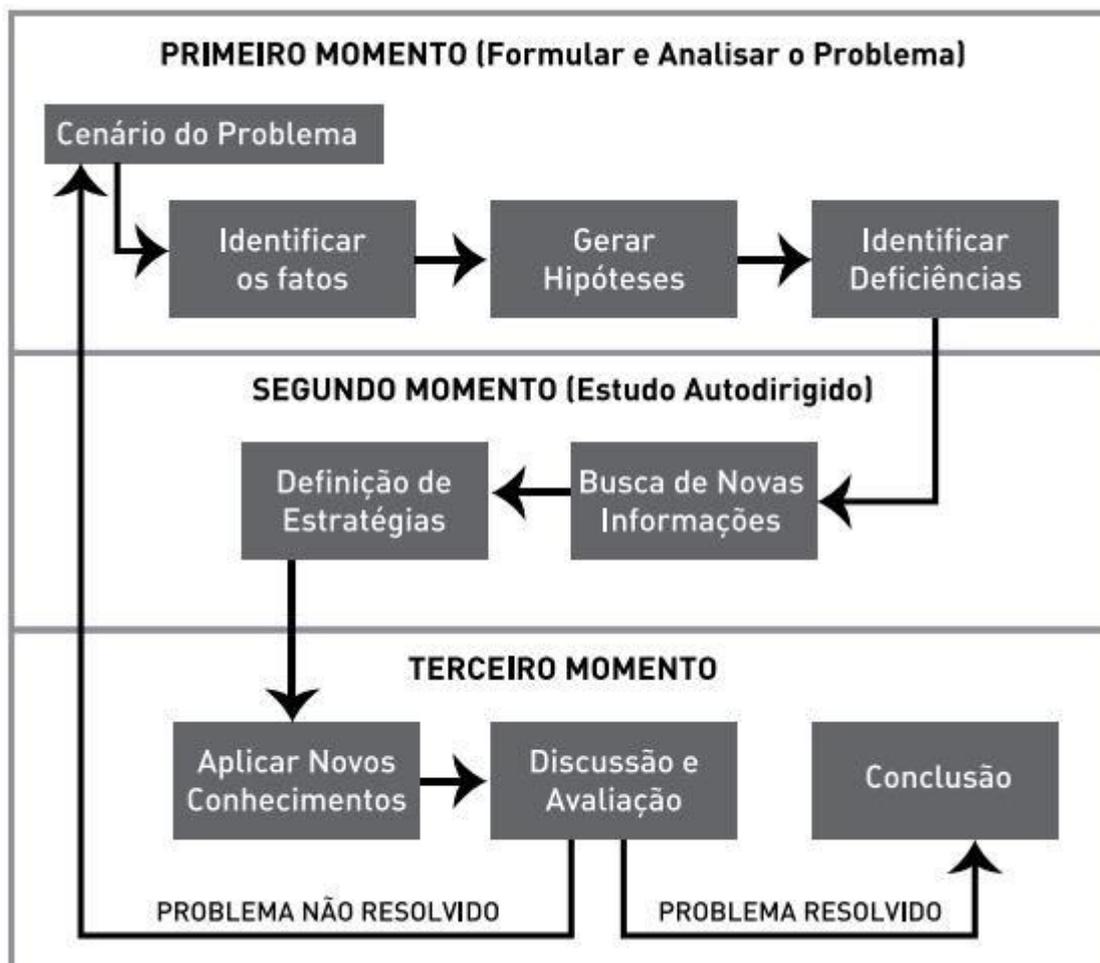
3) Os alunos classificam em ordem de importância as questões de aprendizagem levantadas pelo grupo e decidem quais questões serão investigadas por todo o grupo e quais podem ser delegadas a indivíduos e posteriormente compartilhadas com o restante do grupo. Os alunos e o professor também podem discutir quais recursos são necessários na investigação das questões de aprendizagem e onde podem ser encontrados.

4) Quando os alunos se reencontram, eles exploram as questões de aprendizagem prévias, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema. Os alunos também são encorajados a fazer uma síntese de seus novos conhecimentos e conexões com os anteriores. Eles continuam a definir novas questões de aprendizagem à medida que progredem na solução do problema. Os alunos percebem que logo a aprendizagem é um processo contínuo e que sempre haverá – mesmo para o professor – questões de aprendizagem a serem exploradas.

5) Depois de terminado o trabalho com o problema, os alunos avaliam a si mesmos e seus pares de modo a desenvolver habilidades de autoavaliação e avaliação construtiva de colegas. A autoavaliação é uma habilidade essencial para uma aprendizagem autônoma eficaz.

Outra forma de organização metodológica da ABP, elaborada por Hmelo-Silver (2004 apud LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019), é chamada de ciclo de aprendizagem (Figura 1).

Figura 1 – Ciclo de aprendizagem da ABP



Fonte: Hmelo-Silver (2004 apud LOPES, SILVA FILHO; ALVES, 2019, p. 51)

O ciclo se constitui em três momentos, os quais reiteram os fundamentos da aprendizagem baseada em problemas: uso de uma situação-problema antes de iniciar a construção do conhecimento e as discussões; professor como um orientador/tutor; estruturação de um processo formal para resolver problemas; trabalho em equipe; estudo autônomo do estudante; e favorecimento da integração de saberes.

5.4 Síntese do Capítulo e Encaminhamentos

A ABP é uma estratégia de ensino e aprendizagem ativa com base construtivista, através da qual, a partir de uma situação-problema real ou próxima da

realidade, os estudantes constroem seus conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais.

As principais características dessa estratégia são: (1) uso de uma situação-problema antes de iniciar a construção do conhecimento e as discussões; (2) professor como um orientador/tutor; (3) estruturação de um processo formal para resolver problemas; (4) trabalho em equipe; (5) estudo autônomo do estudante; e (6) favorecimento da integração de saberes.

Uma situação-problema é aberta e, normalmente, gerada a partir de temas de estudo com base no currículo, nas ementas e nos planos de ensino do curso. As situações-problemas podem ajudar a informar como os conceitos de uma determinada área se originaram.

O formato das situações-problemas pode ser tanto em texto quanto audiovisual. As situações problemas podem ser originais, adaptadas de livro-texto, artigos de revistas, periódicos científicos, jornais etc. Para a construção de uma situação-problema, podemos utilizar a técnica 3C3R (conteúdo, contexto, conexão, representados pelos três “C”; e pesquisa, raciocínio e reflexão, representados pelos três “R”).

Além disso, as situações-problemas podem apresentar direcionamentos. No entanto, esses direcionamentos não devem levar a uma resposta que seja única.

O professor na ABP, na figura de tutor, assemelha-se ao papel de um orientador como ocorre nos cursos *stricto sensu* no Brasil.

O processo formal para resolver problemas significa que os estudantes devem ser capazes de identificar problemas, levantar hipóteses e listar os pontos de aprendizagem para os estudos independentes. Ainda, deve se considerar que as tarefas para cada integrante são organizadas nas equipes de até doze membros.

O favorecimento da integração de saberes, na APB, está relacionado ao fato de as situações-problemas serem reais ou próximas da realidade.

A ABP pode estruturar o currículo de instituições no formato original, cursos no formato híbrido ou disciplinas nos formatos parciais ou *post-holing*.

Existem inúmeras formas de aplicar a ABP e as etapas de aplicação podem sofrer mudanças de acordo com os objetivos do professor ou do currículo. No entanto, essas alterações devem respeitar as seis principais características da ABP.

Dessa forma, a ABP pode ser uma estratégia pedagógica para a resolução de problemas, associada à identificação de obstáculos pedagógicos e ao conceito epistêmico de como se constitui o conhecimento científico baseado em Bachelard.

6 METODOLOGIA

A presente pesquisa configura-se como pesquisa qualitativa. Como aponta Goldenbergue (2004), pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa se opõem à conjectura de que há somente um único modelo de pesquisa para todas as ciências, modelo esse que seria fundamentado nas ciências da natureza. Dessa forma, as ciências sociais possuem suas próprias especificidades, necessitando de metodologias próprias.

Bogdan e Biklen (1994) afirmam que a pesquisa qualitativa possui cinco principais características, a saber: 1) a fonte direta dos dados é o ambiente natural, sendo que o investigador constitui o instrumento principal da pesquisa; 2) os dados coletados são descritivos; 3) o principal interesse do pesquisador está no processo e não no produto; 4) o formato de análise dos dados é dedutivo; e 5) o significado dado pelos indivíduos é de vital importância na referida abordagem.

Em relação ao tipo de pesquisa, esta é qualitativa participante. Esse tipo de pesquisa acontece com um grupo determinado de sujeitos, no qual o pesquisador interage diretamente com os participantes. A pesquisa participante possui a característica crítica-dialética, em que os sujeitos envolvidos buscam respostas para determinadas situações, objetivando mudanças e contribuições positivas para o grupo (DEMO, 1984).

6.1 O Lócus em que foi Realizada a Pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida na disciplina de Práticas de Química Geral do curso de licenciatura em Química, ofertado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Para a construção dos próximos parágrafos, que tratam sobre a breve história da UTFPR e do seu curso de Licenciatura em Química, utilizamos o Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Química (2017).

A UTFPR foi autorizada a iniciar suas atividades em 1909 com o Decreto Presidencial n. 7566, o qual autorizava o ensino profissionalizante. Um ano depois, em 1910, foi inaugurada a Escola de Aprendizes e Artífices de Curitiba. Após quase três décadas, no ano de 1937, adequando-se à Reforma Capanema, a instituição,

agora denominada como Liceu Industrial de Curitiba, começou a ofertar o ensino ginásial industrial e, após seis anos, ofertou os primeiros cursos técnicos.

No ano de 1946, foi firmado um acordo com os Estados Unidos para o intercâmbio de informações aos métodos, orientação educacional para o ensino industrial e treinamento para os professores. Nessa época, a então Escola Técnica de Curitiba se tornou um Centro de Formação de Professores e referência nessa modalidade.

No final da década de 1960, com a consolidação do Novo Ensino de 2º Grau Profissionalizante, a instituição começou a ofertar cursos de nível superior de curta duração na área técnica, e seu novo nome passou a ser Escola Técnica Federal do Paraná. Cinco anos depois, a instituição foi transformada em Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), permitindo a oferta de cursos de nível superior com duração plena – só em 1988 iniciou suas atividades *stricto sensu*.

A década de 1990 foi marcada pela intensa expansão territorial da instituição no estado do Paraná e pela desvinculação da educação profissional da educação básica, com a LDB 9394/96.

Em outubro de 2005 pela Lei Federal 11.184, o CEFET-PR tornou-se a UTFPR, ocorrendo um processo acelerado de implantação de novos cursos de ensino superior.

Em relação à história do Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBi), como foi mostrado anteriormente, com a transformação da instituição em CEFET-PR, no final da década de 1960, houve a criação de novos cursos de nível superior e foi necessária a reorganização de departamentos. A partir do desmembramento do Departamento de Ciências, que abrangia as áreas de matemática, física, química e biologia, surgiu o DAQBi.

De 1960 até 1983, com os escassos recursos financeiros para a estruturação de laboratórios, todas as aulas eram teóricas. Após 1983, foram estruturados dois laboratórios para atender aos anseios por novas perspectivas.

O curso de Bacharelado em Química Tecnológica e/ou Licenciatura em Química, vinculado ao DAQBi, só iniciou suas atividades em 2008, três anos depois da instituição tornar-se a UTFPR.

Em 2010, o corpo docente e discente, representados pelo Colegiado de Curso, avaliaram a necessidade de revisão da estrutura curricular e a segregação entre os cursos de Licenciatura e Bacharelado. Naquele momento, priorizou-se o

curso de Bacharelado em Química em detrimento da Licenciatura em Química, pois os membros do Colegiado de Curso entenderam que a estrutura curricular atendia melhor o perfil profissional do bacharel, além de mitigar a carência de profissionais da área de educação.

No ano seguinte, teve início o mestrado profissional em “Formação Científica, Educacional e Tecnológica” (FCET), constituído por vários professores do DAQBi – o que possibilitou aos alunos de Licenciatura em Química uma formação de nível de Pós-Graduação no PPGFCET.

O desenvolvimento da pesquisa nessa instituição foi motivado pelo fato de que o pesquisador é aluno regular do PPGFCET. Também, a disponibilidade e a abertura para a realização da pesquisa pelos professores e coordenadores do DAQBi foi um fator considerado no momento da escolha. Além disso, ao analisar os fatores históricos da instituição e do departamento, verificamos que estes estão alinhados com o objetivo desta pesquisa.

Em relação à escolha da disciplina Práticas de Química Geral do curso de Licenciatura em Química da UTFPR, essa se deu pelos seguintes motivos: 1) pertence à área específica da Química; 2) contempla as atividades práticas como componente curricular; 3) por ser ofertada no primeiro semestre, possui um maior número de matriculados; e 4) mesmo depois do Projeto de Alteração da Matriz Curricular do Curso de Licenciatura em Química do Campus Curitiba, não menciona nenhum tipo de integração com o conteúdo pedagógico.

No Quadro 2, informações como nome, carga horária, pré-requisito e ementa da disciplina em questão são apresentadas.

Quadro 2 – Especificações da disciplina Práticas de Química Geral

Disciplina:	Práticas de Química Geral
Carga horária total:	30 horas
Pré-requisito(s):	Não há.
Ementa:	Noções Básicas de Normas de Segurança em Laboratórios de Química. Compreensão de Medidas e Precisão de Grandezas Físicas. Caracterização de Ácidos e Bases. Estudo e Balanceamento de Reações de Oxidação e Redução. Preparação e Padronização de Soluções. Investigação de Alguns métodos de Análise Quantitativa de substâncias. Determinação de Propriedades Termodinâmicas. Estudo e Compreensão de Equilíbrios Químicos. Investigação sobre Cinética de Reações Químicas. Estudo de Sistemas Eletroquímicos.

Fonte: Projeto pedagógico do curso de Licenciatura em Química (2017).

Atualmente, a disciplina é ministrada por duas professoras: a primeira é responsável pelos conteúdos sobre ácidos, bases, sais, óxidos, reações de precipitação, estequiometria das reações e reações de oxirredução. Já a segunda professora, a qual autorizou a intervenção da presente pesquisa, é responsável pelos conteúdos sobre mol, massa molar, soluções, misturas, preparo de soluções, estequiometria das reações, titulação, padronização das soluções e calorimetria.

A escolha pelo conteúdo calorimetria, em específico pelo conceito “calor”, deu-se por influência do relato da professora, por meio de troca de e-mails e reuniões remotas, sobre a dificuldade de os estudantes dos anos anteriores compreenderem o referido conceito. No entanto, o desenvolvimento da ABP proposta nesta pesquisa- pode ser utilizado para outros conteúdos.

6.2 Participantes da Pesquisa

Foram convidados todos os 31 estudantes matriculados na disciplina Práticas de Química Geral ofertada no segundo semestre de 2021 do curso de licenciatura em Química da UTFPR.

Dos 31 estudantes, apenas 18 aceitaram participar da pesquisa assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Consentimento para uso de Imagem e Som de Voz (TCUISV) (Anexo A). É pertinente esclarecer que a pesquisa foi aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UTFPR sob o número CAAE 40011020.6.0000.5547.

No entanto, desses 18 estudantes que assinaram o TCLE e o TCUISV, 17 responderam o primeiro instrumento de coleta de dados, 12 estudantes participaram dessa intervenção empírica do início ao fim e um dos estudantes participou apenas do último encontro, pois entrou na instituição de ensino na segunda chamada do Sistema de Seleção Unificada (SISU).

6.3 Instrumentos de Coleta de Dados

Os dados foram coletados a partir de um Questionário Inicial para os estudantes (Apêndice A), da resolução da situação-problema (Apêndice B) por meio

do preenchimento do Plano de Trabalho Docente (PTD) (Apêndice C), e do preenchimento da Autoavaliação (Apêndice D). Ainda, dados foram coletados a partir das gravações por vídeo de todos os encontros.

O Questionário Inicial para os estudantes (Apêndice A) contemplou seis questões discursivas no total. As cinco primeiras questões tinham o objetivo de identificar quais eram os conhecimentos prévios em relação à organização e à orientação epistemológica das atividades experimentais, tanto na disciplina em que esta pesquisa foi aplicada quanto no ensino fundamental, médio e técnico dos estudantes. A sexta e última questão apresentava três situações sobre o conceito “calor”, adaptadas do estudo de Diniz Junior, Silva e Amaral (2015), para as quais foram solicitadas a análise e a resposta dos estudantes.

O conceito “calor” também foi a base para a elaboração da situação-problema (Apêndice B). O formato escolhido de aplicação da ABP foi o “*post-holing*”, em que a ABP é trabalhada com o objetivo de integrar conhecimentos ou aprofundar determinados tópicos. O motivo principal pela escolha do formato de aplicação da ABP foi a organização do calendário acadêmico da UTFPR do ano de 2021. Devido à pandemia do novo Coronavírus (Covid-19), o período letivo 2021.1 foi iniciado no dia 16 de julho e seguiu até 4 de setembro. Já o período letivo 2021.2 se iniciou no dia 23 de setembro e segue até 20 de dezembro. Ainda, por conta das medidas sanitárias de enfrentamento à Covid-19, as aulas da disciplina foram ministradas integralmente como atividades pedagógicas não presenciais. Dessa forma, a professora autorizou apenas uma intervenção pontual.

Ainda sobre a situação-problema, ela foi intitulada como “Uma aula experimental desafiadora sobre Lei de Hess, Calor e Temperatura” e foi construída seguindo a técnica 3C3R proposta por Hung (2006). Assim, como componentes centrais, temos: o Conteúdo “calor”, previsto no plano de ensino da disciplina; o Contexto profissional dos estudantes, o qual é sala de aula da segunda série do ensino médio; e a Conexão, através da qual foram apresentados quatro obstáculos epistemológicos, que podem ser associados aos obstáculos pedagógicos comumente encontrados sobre o conceito de “calor”, a saber: experiência primeira, animista, substancialista e conhecimento quantitativo. Como componentes processuais, temos: a Pesquisa, sobre o desenvolvimento de uma atividade experimental levando em conta o conteúdo e o contexto profissional apresentado; o Raciocínio, relacionando as informações sobre os quatro obstáculos

epistemológicos/pedagógicos apresentados na situação-problema com as informações encontradas nas pesquisas pelos estudantes; e a Reflexão, na qual é estabelecida a conexão dos conhecimentos prévios sobre “calor” e as atividades experimentais levantadas no Questionário Inicial com as informações apresentadas na situação-problema.

O Plano de Trabalho Docente (PTD) (Apêndice C) serviu como um direcionamento para a resolução da situação-problema, direcionamento esse que segundo Lohman e Finkelstein (2002) é necessário principalmente nas primeiras aplicações da ABP. O PTD apresentou as três competências específicas da área de ensino de ciências listadas no documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e as habilidades esperadas para o desenvolvimento do conceito de calor, a saber: EM13CNT101, EM13CNT102, EM13CNT201, EM13CNT205 e EM13CNT301 (BRASIL, 2018).

Além disso, como o estado do Paraná está em transição, desde o ano de 2022, para a nova BNCC, a estrutura do PTD também está em conformidade com as Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Química (PARANÁ, 2008). Dessa forma, são apresentados os conteúdos estruturantes, conteúdos básicos, conteúdo específico, conhecimentos prévios e foi solicitado para os estudantes preencherem os objetivos, encaminhamentos metodológicos, avaliação e as referências bibliográficas consultadas.

A avaliação na ABP consiste numa abordagem formativa, na qual, segundo Lopes, Silva-Filho e Alves (2019), além da avaliação pelo professor das respostas dadas às equipes para a situação-problema, deve-se considerar a autoavaliação e/ou avaliação por pares. Assim, optamos por realizar a autoavaliação (Apêndice D) com dez perguntas adaptadas de Lopes, Silva-Filho e Alves (2019) para ajudar os estudantes na reflexão sobre seu aprendizado.

6.4 Organização dos Encontros

A intervenção empírica ocorreu em seis encontros remotos com aproximadamente 50 minutos de duração cada. Como já apresentado anteriormente, a turma possui duas divisões – dessa forma, aconteceram três encontros com a primeira turma e três encontros com a segunda turma. Destaca-se, no Quadro 3, a

organização de cada um dos encontros com a aplicação dos respectivos instrumentos de coleta de dados.

Quadro 3 – Organização dos encontros

Encontro	Ações	Instrumentos de coleta de dados
1	Esclarecimentos sobre o comitê de ética, bem como a assinatura do TCLE e TCUISV; aplicação do Questionário Inicial para os estudantes.	TCLE e TCUISV; Questionário inicial para os estudantes; e Gravação em vídeo da aula.
2	Explicação sobre a estratégia ABP; entrega da situação-problema; entrega do PTD, organização da turma em equipes e levantamento dos pontos de aprendizagem pelas equipes e mediados pelo pesquisador para os estudos independentes.	Situação-problema; PTD; e Gravação em vídeo da aula.
3	Compartilhamento das informações encontradas nos estudos independentes em cada equipe; apresentação da solução da situação-problema por meio do PTD com o grande grupo; e aplicação da Autoavaliação.	Apresentação do PTD; Autoavaliação; e Gravação em vídeo da aula.

Fonte: Autoria Própria (2022).

No encontro 1, os estudantes foram recepcionados e apresentados ao tema da pesquisa, bem como aos objetivos do pesquisador. Na sequência, foram disponibilizados o TCLE e TCUISV (Anexo A), etapa seguida de uma leitura coletiva sanando as possíveis dúvidas. Em seguida, foi entregue o Questionário Inicial (Apêndice A), o qual teve duração de aproximadamente 30 minutos.

No encontro 2, o pesquisador explicou todas as etapas da estratégia ABP, foi entregue a situação-problema (Apêndice B) seguida de sua leitura coletiva. Na sequência, foi realizada a formação das equipes (de até três integrantes) por meio de um sorteio e, então, foi entregue o Plano de Trabalho Docente (Apêndice C) para cada equipe com o objetivo de direcionar o trabalho coma ABP.

Com a instrução e a mediação do pesquisador, as equipes levantaram hipóteses sobre o problema contido na situação-problema. Ocorreu também uma tentativa de solução com os conhecimentos prévios, tal como um levantamento dos

pontos fracos a serem pesquisados, e a divisão de tarefas para os estudos independentes.

No início do encontro 3, os estudantes em suas equipes compartilharam as informações encontradas nos estudos independentes para a resolução da situação-problema. Logo após, cada equipe apresentou sua resolução da situação-problema para o grande grupo. Ainda no encontro 3, os estudantes realizaram a Autoavaliação (Apêndice D).

6.5 Método de Análise de Dados

A análise dos dados se deu por meio do método qualitativo e quantitativo Análise de Conteúdo (AC), definido por Bardin (2016, p.37) como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações”. A técnica utilizada nesta pesquisa foi a temática/categorial.

A organização do método, de acordo com a autora supracitada, acontece em três fases cronológicas, a saber: (1) pré-análise, que consiste na sistematização dos dados brutos (corpus), através do levantamento de hipóteses interpretativas e das pré-fundamentações das inferências observadas, partindo de uma leitura flutuante para uma leitura aprofundada; (2) a exploração do material, na qual há o predomínio da leitura aprofundada em busca das “unidades de análise” (podem ser tanto as palavras, frases, temas ou mesmo os documentos em sua forma integral), bem como a seleção e agrupamento dos recortes que serão analisados; e (3) tratamento dos resultados obtidos e interpretação, no qual a inferência e a interpretação dos resultados brutos são tratados de modo que sejam significativos.

Nesta pesquisa, como apresentado anteriormente, o processo escolhido para o tratamento dos dados brutos foi a categorização. As categorias, segundo Bardin (2016), são rubricas ou classes que reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em características comuns dos elementos com critérios previamente definidos. De acordo com Bardin (2016, p. 149), boas categorias apresentam as seguintes qualidades:

a exclusão mútua: esta condição estipula que cada elemento não pode existir em mais de uma divisão. As categorias deveriam ser construídas de tal maneira que um elemento não pudesse ter dois ou vários aspectos suscetíveis de fazerem com que fosse classificado em duas ou mais categorias. Em certos casos, pode pôr-se em causa esta regra, com a condição de se adaptar o código de maneira a que não existam ambiguidades no momento dos cálculos (multicodificação).

a homogeneidade: o princípio de exclusão mútua depende da homogeneidade das categorias. Um único princípio de classificação deve governar a sua organização. Num mesmo conjunto categorial só se pode funcionar com um registro e com uma dimensão da análise. Diferentes níveis de análise devem ser separados em outras tantas análises sucessivas. No exemplo – citado nesta obra – de análise da simbólica do automóvel, a categorização "objetos de referência" só se cruza após a categorização "tipo de relação".

a pertinência: uma categoria é considerada pertinente quando está adaptada ao material de análise escolhido, e quando pertence ao quadro teórico definido, na pertinência (*pertinens*: que diz respeito a relativo a...) há uma ideia de adequação ótima. O sistema de categorias deve refletir as intenções da investigação, as questões do analista e/ou corresponder às características das mensagens.

a objetividade e a fidelidade: estes princípios, tidos como muito importantes no início da história da análise de conteúdo, continuam a ser válidos. As diferentes partes de um mesmo material, ao qual se aplica a mesma grade categorial, devem ser codificadas da mesma maneira, mesmo quando submetidas a várias análises. As distorções devidas à subjetividade dos codificadores e à variação dos juízos não ocorrem se a escolha e a definição das categorias forem bem estabelecidas. O organizador da análise deve definir claramente as variáveis que trata, assim como deve precisar os índices que determinam a entrada de um elemento numa categoria.

a produtividade: adicionaremos às condições geralmente invocadas uma qualidade muito pragmática. Um conjunto de categorias é produtivo se fornece resultados férteis: em índices de inferências, em hipóteses novas e em dados exatos.

Com base nos objetivos desta pesquisa, nos referenciais teóricos acerca das orientações epistemológicas das atividades experimentais e dos obstáculos epistemológicos associados aos pedagógicos e nos documentos analisados (questionário inicial para estudantes, PTD, transcrição dos vídeos e autoavaliação), os quais constituíram o corpus desta análise, foram elaboradas categorias a priori e, após a exploração do material, a posteriori (categorias Emergentes). Todas as categorias são apresentadas no Quadro 4. A organização do quadro seguiu a lógica de adaptar as definições dos Elementos Construtivistas apresentados na seção “2.1 Orientações Epistemológicas das Atividades Experimentais” desta pesquisa. O

mesmo ocorreu com as categorias do grupo “Obstáculos epistemológicos”, as quais foram elaboradas a partir das definições apresentadas na obra de Bachelard (1996) e com os estudos sobre obstáculo pedagógico nos estudos de Andrade, Zylbersztajn, Ferrari (2002) e Trindade; Nagashima; Andrade (2019). Além de apresentar exemplos sobre os diferentes conceitos de calor fundamentados nos obstáculos pedagógicos de Amaral e Mortimer (2002).

Quadro 4 – Categorias para a análise de conteúdo

Grupo	Categoria	Definição
Elementos construtivistas	Conhecimentos prévios	Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, fazendo relação com conhecimentos cotidianos. Exemplos: Questionário impresso ou digital, perguntas orais, utilização de materiais alternativos ou de baixo custo, nuvens de palavras etc.
	Problema para o início da construção do conhecimento	O problema deve ser bem planejado, levando em consideração os referenciais teóricos adotados pelo professor e estar contido na cultura social dos estudantes, permitindo conexões com os conhecimentos prévios. Exemplos: Geralmente são elaborados pelo professor e podem ser originais, adaptados de livro-texto, artigos de revistas, periódicos científicos, jornais etc. Além disso, podem ser apresentados no formato audiovisual, dramatização, entrevista com pessoas interessadas na resolução ou pertencentes à comunidade.
	Trabalho em equipe	Organização da turma em equipes. Exemplos: Os estudantes podem ter autonomia ou o professor pode organizar as equipes por meio de um sorteio.
	Formulação e teste de hipóteses	Os estudantes dão ideias para resolver o problema e colocam as ideias em prática. Exemplos: Momento em que os estudantes levantam ideias para resolver o problema, criam estratégias de como executá-las e reformulam tanto as ideias como as estratégias.
	Manipulação ativa dos estudantes	Os estudantes executam as atividades de diferentes formas, identificam e controlam variáveis pertinentes e interpretação dos dados. Exemplos: O professor pode organizar uma sequência experimental, não engessada, que leve em conta as ideias dos estudantes, incentive a pesquisa e a tomada de decisão.
	Sistematização do conhecimento	Mostrar o domínio procedimental, ações observadas, relacionar causa e efeito e explicação do fenômeno. Exemplos: Através de desenhos, esquemas, relatórios etc.
	Comunicação, diálogo e reflexão	Gerar, clarificar e compartilhar as ideias entre os estudantes. Exemplos: Apresentações das resoluções encontradas por cada equipe para o grande grupo, incentivo à discussão entre estudantes e professores e autoavaliação.

Grupo	Categoria	Definição
Obstáculos epistemológicos	Experiência primeira	Este obstáculo gera apego à beleza das atividades experimentais, como algo pitoresco, concreto, fácil, colorido e repleto de imagens, que dá grande atenção ao que é natural, possuindo a marca de um empirismo evidente; e não há explicação científica. Exemplo: as ideias de senso comum, as ideias de calor vinculadas as sensações de quente e frio, sem reflexões sobre sua natureza.
	Conhecimento geral	Este obstáculo imobiliza o pensamento por meio de fatos particulares que levam a generalizações inapropriadas. Fornece as mesmas respostas vagas, completas, fechadas, adaptadas à ideia comum, a qualquer questionamento. Desqualifica a experiência de detalhe. Exemplo: somente os metais são bons condutores de calor.
	Verbal	Este obstáculo se dá pela utilização de uma só palavra, que pode ser associada a uma imagem e ocupar o lugar de uma explicação. Isto é, a tendência de associar uma palavra concreta a uma abstrata. Os fenômenos são explicados por meio de expressões, imagens, metáforas ou analogias. Exemplo: a utilização da palavra calor, que tanto designa como explica.
	Utilitário e pragmático	Este obstáculo se dá na procura de um caráter utilitário como princípio de explicação de um fenômeno. Muitas das generalizações exageradas vêm de uma indução pragmática ou utilitária. Exemplo: faz calor quando a temperatura está alta.
	Substancialista	Este obstáculo tem sua origem em um materialismo impulsionado pelo uso de imagens ou pela atribuição de qualidade aos fenômenos. Exemplo: o calor é uma substância capaz de penetrar outros materiais.
	Animista	Este obstáculo atribui propriedades semelhantes à vida, e muitas vezes antropomórficas a objetos inanimados. Exemplo: os objetos possuem vontades de dar ou receber calor.
	Conhecimento quantitativo	Este obstáculo valoriza de forma excessiva os dados quantitativos, o excesso de uma precisão numérica e de medição, uma geometrização. Exemplo: termômetro fazendo com que o calor seja medido.
Categorias emergentes	Segurança no laboratório	Apresenta informações sobre os cuidados que devemos ter para executar as atividades experimentais, a fim de preservar a integridade física dos estudantes. Exemplo: utilização de jaleco confeccionado em algodão, sapatos fechados, retirar os adornos, prender o cabelo, conhecer os reagentes e os produtos das reações.
	Racionalista	Esta categoria não representa um obstáculo e sim uma compreensão mais racionalista sobre o conceito de calor. Exemplo: calor é a energia em transferência entre dois corpos com diferentes temperaturas, até que se atinja um equilíbrio térmico.

Fonte: Adaptado de Amaral e Mortimer (2002); Andrade, Zylbersztajn, Ferrari (2002); Bachelard (1996); Rosito (2003); e Trindade; Nagashima; Andrade (2019).

Utilizamos como ferramenta o software Atlas.ti, versão 9.1.7.0, para auxiliar na organização do corpus da pesquisa, na identificação das unidades de análise e na classificação delas em categorias.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, é realizada a terceira fase da Análise de Conteúdo (AC), na qual acontece o tratamento dos resultados obtidos e a interpretação deles. Sendo assim, foram submetidos 41 documentos, formando o *corpus* desta pesquisa. Dentre eles, 17 correspondem ao questionário inicial para os estudantes, seis aos Planos de Trabalho Docente (PTD), seis transcrições de vídeos dos encontros e 12 autoavaliações. Após sucessivas leituras, foram identificadas 294 unidades de análise, as quais foram classificadas nas categorias a priori, já apresentadas no Quadro 4, na seção 6.5 (Método de Análise de Dados). As unidades também foram consideradas para as categorias que emergiram a posteriori.

Em relação aos participantes da pesquisa, como já explicitado, a turma em que foi realizada a intervenção empírica era dividida em duas partes, e, além disso, os estudantes foram organizados em equipes. Para efeito da análise dos dados constituídos e para a preservação da identidade dos 17 estudantes, utilizamos a identificação pelos códigos alfanuméricos E1 a E17, sendo a letra “E” maiúscula a abreviação da palavra estudante.

Na primeira divisão, os estudantes E3, E6 e E7 formaram a primeira equipe e participaram do início ao fim; o restante dos estudantes responderam apenas o questionário inicial, e um estudante respondeu apenas à autoavaliação pois entrou com a segunda chamada do SISU, quando a coleta de dados já estava no último estágio.

Em relação à segunda divisão, os estudantes E9, E11 e E13 formaram a primeira equipe; os estudantes E8, E10 e E15 formaram a segunda equipe, os estudantes E16 e E17 formaram a terceira equipe e os estudantes E14 e E12 trabalharam de forma individual, sendo que o último apenas entregou as atividades e optou por não apresentar.

Para uma melhor organização dos resultados e discussões, optamos por apresentar os dados tratados e suas interpretações para cada instrumento utilizado como coleta de dados em diferentes seções secundárias. Dessa forma, o capítulo seguirá a seguinte sequência: análise e discussão do questionário inicial por categoria; análise e discussão dos PTD; transcrição dos vídeos; análise e discussão da autoavaliação por categoria; e análise, discussão e comparação dos resultados dos instrumentos de coleta de dados por categoria.

7.1 Análise e Discussão do Questionário Inicial para os Estudantes

Nas respostas ao Questionário inicial para os estudantes, foram identificadas 193 unidades de análise. No entanto, 73 foram classificadas nas categorias do grupo “Elementos construtivistas” e 104 foram classificadas no grupo de categorias “Obstáculos epistemológicos” (Quadro 4). Além disso, após a exploração desse material, foram identificadas 16 unidades de análise que não se enquadravam nos grupos de categorias a priori, e, por isso, elaboramos o grupo de categorias a posteriori que denominamos de “Emergentes” (Quadro 4).

A análise com base no primeiro grupo de categorias “Elementos Construtivistas” ocorreu nas respostas às cinco primeiras questões deste instrumento. Como apresentado no Apêndice A, a primeira questão perguntava se os estudantes já haviam realizado atividades experimentais no ensino fundamental ou médio, e qual era o formato delas; a segunda perguntava sobre as percepções acerca de quais seriam as etapas essenciais para o desenvolvimento de uma atividade experimental de ensino; a terceira perguntava sobre as atividades experimentais na disciplina em que esta pesquisa foi aplicada, e os interesses e dificuldades dos estudantes; a quarta perguntava sobre a dinâmica utilizada pela professora nas aulas na disciplina que esta pesquisa foi aplicada; e a quinta perguntava se as atividades práticas realizadas na disciplina que esta pesquisa foi aplicada iriam ajudar no exercício da profissão de professor.

Na tabela 6, apresentamos a frequência absoluta e relativa das unidades de análise classificadas no grupo de categorias “Elementos Construtivistas”.

Tabela 6 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por elementos construtivistas no Questionário inicial

Grupo	Categorias	Primeira questão	Segunda questão	Terceira questão	Quarta questão	Quinta questão	Total	%
Elementos construtivistas	Conhecimentos prévios	2	3	–	1	1	7	9,6
	Problema para o início da construção do conhecimento	–	2	–	–	1	3	4,1
	Trabalho em equipe	1	–	–	–	–	1	1,4
	Formulação e teste de hipóteses	–	1	–	–	–	1	1,4
	Manipulação ativa dos estudantes	13	14	–	–	7	34	46,6
	Sistematização do conhecimento	–	3	10	3	1	17	23,6
	Comunicação, diálogo e reflexão	1	–	–	2	7	10	13,7
	Total							73

Fonte: Autoria Própria (2022).

É possível observar na Tabela 6, que sete unidades de análise foram classificadas como “Conhecimento prévio”, representando 9,6% do total. No Quadro 5, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas no respectivo elemento construtivista.

Quadro 5 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Conhecimento prévio” no Questionário inicial

Questão	Estudante	Exemplos
1	E1	Eram próximas à realidade, nunca teve nenhum problema.
	E7	O interessante é que usávamos materiais do dia a dia e pudemos chegar à conclusão de que a Química e física e biologia estavam no nosso dia rotineiro.
2	E7	O roteiro, as ideias iniciais...
	E10	[...] primeiro conhecer a turma pra ver o que poderia prender a atenção, depois despertar a curiosidade dos alunos com algum questionamento...
	E11	Explicar o objetivo e importância daquele procedimento para o conteúdo e sua versatilidade na vida real.
4	E5	Acho interessante que ela faz pensar a química para algo além de contas em um papel e mostra como é na realidade
5	E10	[...] mostrar para os alunos como funcionam os experimentos e como estão presentes em tudo o que fazemos.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Bachelard (2004, p. 245) defende que “todo conhecimento é sempre uma referência a um domínio antecedente”. Assim, ao considerar os “Conhecimentos

prévios” dos estudantes, na perspectiva bachelardiana, entendemos a construção do conhecimento como um processo que se divide em antes e depois, considerando a descontinuidade do pensamento e valorizando as concepções pré-existentes (SOUZA FILHO; BOSS; CALUZI, 2010). Esse conhecimento prévio pode ser levantado por meio de um questionário no início da aula, perguntas orais preparadas pelo professor no início da aula, a utilização de exemplos ou materiais que os alunos já estão familiarizados etc.

Dessa forma, como é possível observar no Quadro 5, classificamos as unidades de análise que mencionavam a aproximação com a realidade (E1 na questão 1, E11 na questão 2 e E5 e E10 na questão 5), levavam em consideração conhecimentos anteriores (E7 e E10 na questão 2) e utilizavam materiais do dia a dia para a execução das atividades (E7 na questão 1).

Ao planejarmos uma atividade experimental na orientação epistemológica construtivista, Bachelard (1996) orienta que devemos procurar mudar a cultura experimental, sair de uma experimentação espontânea para uma experimentação científica, ou seja, para a (re)construção do conhecimento.

No entanto, para a escola não é uma tarefa fácil fazer com que os estudantes exponham seus conhecimentos espontâneos sobre o assunto. Conhecer a turma e os estudantes na sua individualidade demanda tempo, instrumentos e técnicas de interpretação.

É possível observar na Tabela 6, que três unidades de análise foram classificadas como “Problema para o início da construção do conhecimento”, representando 4,1% do total. No Quadro 6, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas no respectivo elemento construtivista.

Quadro 6 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Problema para o início da construção do conhecimento” no Questionário inicial

Questão	Estudante	Exemplos
1	E9	Propor um problema, discutir o problema e resolvê-lo.
	E10	[...] depois despertar a curiosidade dos alunos com algum questionamento...
5	E9	Ajuda na elaboração de problemas.

Fonte: Autoria Própria (2022).

A utilização de um “Problema para o início da construção do conhecimento” concorda com a célebre frase que Bachelard (1996, p. 18) apresenta em seu livro:

“[...] todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico”. É essencial a utilização de uma pergunta ou uma situação-problema para iniciar a construção do conhecimento na orientação epistemológica construtivista. Entretanto, não deve ser uma pergunta ou situação-problema qualquer. Essa pergunta ou situação-problema deve estar dentro da cultura dos estudantes levando em consideração os conhecimentos prévios deles. Dessa forma, no Quadro 6, classificamos apenas unidades de análise em que os “problemas” despertassem o interesse dos estudantes por uma solução.

É possível observar na Tabela 6, que apenas uma unidade de análise foi classificada como “Trabalho em equipe”, representando 1,4% do total. O exemplo de unidade de análise observada no respectivo elemento construtivista foi observado na resposta do E4 à primeira questão do questionário inicial: “[...] a sala se dividia em grupos de até 4 alunos.”

Para Bachelard (1996) a ciência é uma construção social. No contexto escolar, o trabalho em equipe deve ser estimulado. Assim, as atividades experimentais realizadas cooperativamente entre os participantes da equipe, destacam a dimensão coletiva da investigação científica.

É possível observar na Tabela 6, também, que apenas uma unidade de análise foi classificada como “Formulação e teste de hipóteses”, representando 1,4% do total. O exemplo de unidade de análise observada no respectivo elemento construtivista foi observado na resposta do E12 à segunda questão do questionário inicial: “Fazer com que os alunos se questionem, levantem hipóteses do que pode ou vai acontecer.”

Reservar um momento no desenvolvimento das atividades experimentais para a “Formulação e o teste de hipótese” é valorizar o papel do erro dentro da investigação científica. Nas palavras de Bachelard (2004, p. 19), a “retificação é o princípio fundamental que sustenta e dirige o conhecimento e o instiga sem cessar novas conquistas”. No ensino convencional, normalmente o erro é considerado como um mal a ser evitado.

É possível observar na Tabela 6, que 34 unidades de análise foram classificadas como “Manipulação ativa dos estudantes”, representando 46,6% do total. No Quadro 7, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas no respectivo elemento construtivista.

Quadro 7 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Manipulação ativa dos estudantes” no Questionário inicial

Questão	Estudante	Exemplos
1	E5	De início lembro que uma das primeiras atividades realizadas pelo professor de Química Geral se chamava "Química Show", onde pudemos buscar na internet vídeos de reações químicas...
2	E10	[...] fazer o experimento sempre explicando cada passo com detalhes e no final avaliar o que os alunos compreenderam, e se necessário, explicar novamente o que aconteceu no experimento.
	E12	Deixam com que os alunos realizem a prática sempre orientando;
	E14	O próprio aluno pesquisa um roteiro da experiência apresenta para o professor e se ele aprovar os alunos realizam.
5	E1	Irão ajudar quando eu for planejar uma aula diferente e prática para eles.
	E6	[...] eu me desenvolvo melhor com aulas práticas, acredito que por conta da visibilidade e prática irei entender melhor o conteúdo.
	E10	[...] as atividades me mostram como é importante mostrar para os alunos como funcionam os experimentos e como estão presentes em tudo o que fazemos,
	E14	[...] eu como aluna amava ir para o laboratório, grande parte dos alunos gostam, é importante nós vermos para que servem os cálculos e visualizar e praticar o que estudamos na teoria.

Fonte: Autoria Própria (2022).

No Quadro 7, a partir dos exemplos, é possível perceber a valorização, por parte dos participantes da pesquisa, em organizar as atividades experimentais de modo que seus futuros estudantes manipulem os experimentos em detrimento das atividades experimentais demonstrativas.

As atividades experimentais demonstrativas, quando apenas o professor as executa sem a análise e discussão com a turma, podem não permitir a compreensão da construção das ciências (ROSITO, 2003). Além disso, podem limitar uma visão ampla do conhecimento. As Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Química da Secretaria da Educação do Paraná (2008), documento orientador vigente até o ano de 2024 no ensino fundamental e médio no Estado do Paraná, não é totalmente contra as atividades demonstrativas, desde que sejam associadas a organização, análise e discussão, e que possibilitem a interpretação dos fenômenos químicos de forma conjunta.

Além disso, a ação de pesquisar, também foi mencionada pelos estudantes E5 na questão 1 e pelo E14 na questão 2. Mostrando, assim, a valorização por roteiros não engessados, que consideram os conhecimentos prévios e a tomada de decisão.

É possível observar na Tabela 6, que 17 unidades de análise foram classificadas como “Sistematização do conhecimento”, representando 23,3% do

total. No Quadro 8, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas no respectivo elemento construtivista.

Quadro 8 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Sistematização do conhecimento” no Questionário inicial

Questão	Estudante	Exemplos
1	E14	[...] com roteiros e logo após tínhamos que entregar um relatório.
2	E5	[...] desenvolvimento e explicação de um roteiro de aula prática, para que fique claro o que vai ser proposto na aula e solicitado posteriormente dos alunos como devolutiva.
	E12	Questionário para que o aluno expresse o que foi realizado e entendido sobre a prática.
	E14	[...] depois fazem o relatório.
3	E4	Eu tinha dificuldades em formular relatórios e resolver os pós testes.
	E8	[...] registrar de forma diferenciada a construção do conhecimento.
	E10	[...] tenho muita dificuldade de associar o que foi visto no experimento com o a teoria aprendida.
	E11	Porém em alguns momentos tive dificuldade de relacionar certos experimentos com o conteúdo passado.
	E12	Ver a reação ocorrendo, que, na maioria das vezes, é apenas uma ideia abstrata na nossa cabeça.
	E14	[...] apenas os cálculos necessários.

Fonte: Autoria Própria (2022).

No caso das unidades de análise destacadas no Quadro 8, esse papel foi atribuído à ferramenta do relatório e do pós-teste (questionário no final da atividade prática). Ambas as ferramentas, segundo Hodson (1985), são utilizadas para favorecer a complexa relação entre a teoria e a prática. Dessa forma, facilitam a observação de regras ou variáveis dos fenômenos químicos.

É possível observar na Tabela 6, que 10 unidades de análise foram classificadas como o elemento construtivista “Comunicação, diálogo e reflexão”, representando 13,7% do total. No Quadro 9, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas no respectivo elemento construtivista.

Quadro 9 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Comunicação, diálogo e reflexão” no Questionário inicial

Questão	Estudante	Exemplos
1	E3	Como por exemplo uma feira de ciências que fizemos um "vulcão" e todos ficaram assustados com a fumaça e as chamas...
2	E12	Apresentação de conceitos e modelos para explicar o ocorrido.
4	E5	Acho interessante que ela faz pensar a química para algo além de contas...
	E6	[...] explicação de forma clara e coerente.
	E16	[...] eu me identifico com a didática dela.

Questão	Estudante	Exemplos
5	E4	[...] como o professor age nas aulas e refletir o que mudaria ou faria igual quando for professor.
	E5	Além de conseguir perceber em nós e nos colegas quais são nossas maiores dificuldades para quando estivermos atuando no lugar de professores nos lembrarmos disso para com nossos alunos.
	E7	Irão me ajudar muito porque a matéria se tornou uma base para o meu conhecimento como professora
	E10	[...] me incentiva a dar mais aulas práticas que teóricas.
	E13	Aprender com os erros e acertos das minhas práticas e fazer melhor para os alunos.

Fonte: Autoria Própria (2022).

A partir dos exemplos destacados no Quadro 9, percebemos que os estudantes relataram sobre as feiras de Ciências que acontecem nas escolas (E3 na questão 1) e a apresentação dos resultados, no formato de seminário (E12 na questão 2). Além disso, todas as respostas que trouxeram reflexões sobre a futura atuação profissional, como é possível observar nas respostas à quinta questão (Quadro 9) também foram classificadas como elemento construtivista em questão.

Para Bachelard (1996) um entendimento precoce ou mal interpretado pode se constituir como um obstáculo. Assim, torna-se importante a comunicação, o diálogo e a reflexão na prática científica e escolar.

Em relação ao grupo de categorias a priori “Obstáculos epistemológicos” associados aos obstáculos pedagógicos, direcionados ao conceito de calor, a análise ocorreu a partir das respostas à sexta questão do Questionário inicial para os estudantes. Como apresentado no Apêndice A, a sexta questão solicitava a explicação de três situações, sendo a primeira sobre não passar frio já que se usava uma blusa de lã, a segunda sobre o professor que encostou na maçaneta e na porta e percebeu uma sensação diferente, e a última sobre colocar gelo no refrigerante.

Na Tabela 7, apresentamos a frequência absoluta e relativa de unidades de análise classificadas no grupo de categorias “Obstáculos epistemológicos”. Não foram encontradas unidade de análise que pudessem ser classificadas como obstáculo “Verbal”.

Tabela 7 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por obstáculos epistemológicos no Questionário inicial

Grupo	Categorias	Situação 1	Situação 2	Situação 3	Total	%
Obstáculos epistemológicos	Experiência primeira	16	6	12	34	32,7
	Conhecimento geral	–	4	–	4	3,8
	Verbal	–	–	–	–	–
	Unitário e pragmático	–	–	5	5	4,8
	Substancialista	9	15	16	40	38,5
	Animista	4	2	3	9	8,7
	Conhecimento quantitativo	–	2	10	12	11,5
Total					104	100

Fonte: Aatoria Própria (2022).

É possível observar, na Tabela 7, que 34 unidades de análise foram classificadas como “experiência primeira”, representando 32,7% do total. No Quadro 10, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas na respectiva categoria.

Quadro 10 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Experiência primeira” no Questionário inicial

Situação	Estudante	Exemplos
1	E4	A blusa tem como função não deixar que o ar gelado chegue até sua pele e o faça sentir frio.
	E7	Ele pretendeu expressar que a blusa de lã está aquecendo-o.
	E13	[...] com a blusa de um material que "esquenta".
2	E1	Entre a mão que estava quente e a maçaneta que estava gelada.
	E11	Já na segunda interação, envolvendo minha outra mão, a maçaneta estava mais quente.
	E17	[...] tendo a sensação de estar mais “quente”.
3	E15	Quando o gelo entra em contato com o refrigerante, o refrigerante esquenta o gelo.
	E16	[...] o gelo serve para resfriar o refrigerante.
	E17	[...] deixando-a mais gelada.

Fonte: Aatoria Própria (2022).

Os exemplos de unidades de análise (Quadro 10) encontradas classificadas na categoria “Experiência primeira” dizem respeito às ideias de calor vinculadas estritamente às sensações de quente e frio, sem que seja feita uma reflexão sobre a sua natureza, tal qual a definição elaborada por Amaral e Mortimer (2001) baseada na definição do referido obstáculo epistemológico.

No ensino de ciências, as características desse obstáculo pedagógico seduzem os estudantes, o que pode implicar, segundo Andrade, Zylbersztajn e Ferrari (2002), a oposição da procura do “porquê” e do “porque não” dos fenômenos

científicos. Assim, o obstáculo em questão, está relacionado às evidências empíricas na dependência de aspectos óbvios da percepção.

É possível observar, na Tabela 7, que 4 unidades de análise foram classificadas como “Conhecimento geral”, representando 3,8% do total. No Quadro 11, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas na respectiva categoria.

Quadro 11 – Exemplos das unidades de análise classificados como “Conhecimento geral” no Questionário inicial

Situação	Estudante	Exemplos
2	E3	Que os metais são bons condutores de calor.
	E7	[...] os metais conduzem melhor o calor do que a madeira.
	E15	Metal é um ótimo condutor de calor.
	E17	Como todos os metais que conduzem calor.

Fonte: Autoria Própria (2022).

No Quadro 11 é possível observar que os estudantes generalizaram o entendimento de que os metais são bons condutores de calor, o que representa uma lei tão clara, completa e fechada que dificilmente suas premissas serão questionadas. Bachelard (1996) se impõe, ao identificar e descrever esse obstáculo, devido à causa de imobilização do espírito científico. Dessa forma, quando há o predomínio desse obstáculo nas atividades experimentais, os estudantes mal concluem a atividade, e a partir de observações singulares, elaboram generalizações, oferecendo a mesma resposta para todas as questões.

É possível observar, na Tabela 7, que 5 unidades de análise foram classificadas como “Unitário e pragmático”, representando 4,8% do total. No Quadro 12, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas na respectiva categoria.

Quadro 12 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Unitário e pragmático” no Questionário inicial

Situação	Estudante	Exemplos
3	E1	Quando o gelo entra em contato com o refrigerante ele começa a derreter fazendo com que a água e o refrigerante se misturem.
	E6	[...] quando o gelo derrete com o calor ele deixa o refrigerante mais aguado, ou seja, com menos gosto do xarope em si.
	E10	O calor faz o gelo derreter.
	E13	Como o gelo é água congelada, quando ele derrete com o calor dilui um

Situação	Estudante	Exemplos
		pouco o refrigerante.
	E17	O calor faz o gelo diluir.

Fonte: Autoria Própria (2022).

As unidades de análise, exemplificadas no Quadro 12, referem-se aos aspectos utilitários do conceito de calor. Bachelard (1996, p. 107) também apresenta esse obstáculo como generalizações exageradas: “o que é verdadeiro para o grande deve ser verdadeiro para o pequeno, e vice-versa. À mínima dualidade, desconfia-se de erro.” Além disso, esse obstáculo é caracterizado pela procura do caráter utilitário humano de um fenômeno como princípio de uma explicação. No contexto escolar, os fenômenos explorados nas atividades experimentais são explicados pela utilização de aspectos cotidianos.

É possível observar, na Tabela 7, que 40 unidades de análise foram classificadas como “Substancialista”, representando 38,8% do total. No Quadro 13, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas na respectiva categoria.

Quadro 13 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Substancialista” no Questionário inicial

Situação	Incidência	Estudante	Exemplos
1	9	E3	Ele quis dizer que a blusa de lã retém o calor do corpo.
		E10	[...] a blusa de lã mantém o calor dentro.
		E15	[...] a função da blusa de lã é impedir que o calor do corpo do estudante, saia dele.
2	15	E7	A maçaneta absorveu mais calor que a porta.
		E13	Um pouco do calor de uma das mãos passou para a maçaneta no primeiro toque.
		E17	Sendo assim, quando encosto a outra mão, a maçaneta já absorveu um pouco do calor.
3	6	E5	Faz o refrigerante perder calor para o gelo [...].
		E11	[...] onde a substância quente (refri) adere a temperatura da substância fria (gelo).
		E15	O calor do refrigerante é "consumido" pelo gelo.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Para a classificação das unidades de análise como “Substancialista” (Quadro 13), foi levada em consideração a definição pedagógica que Amaral e Mortimer (2002) elaboraram sobre o referido obstáculo. Os autores supracitados mostram o calor como uma substância que pode penetrar outros materiais. No Quadro 13, é possível observar essa característica em todos os exemplos,

principalmente em relação à noção de calor e/ou nos processos de transferência de calor e, até de forma errônea, de transferência de frio.

É possível observar, na Tabela 7, que 9 unidades de análise foram classificadas como “Animista”, representando 8,7% do total. No Quadro 14, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas na respectiva categoria.

Quadro 14 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Animista” no questionário inicial

Situação	Estudante	Exemplos
1	E5	Nesse caso o estudante expressou a afirmação como se a blusa de lã estivesse "gerando calor".
	E6	A função da blusa de lã é fazer com que não libere calor.
	E13	Um material grosso com função de segurar o calor do corpo.
2	E12	O calor da nossa mão passa mais rápido.
	E16	Que a minha mão (corpo mais quente) doou calor à maçaneta.
	E17	A mão doa calor para o metal da maçaneta.
3	E7	O gelo e o refrigerante procuram ficar em equilíbrio térmico.
	E9	O líquido irá fornecer calor ao gelo.
	E9	[...] o gelo irá continuar cedendo calor à massa de água já fundida.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Para os exemplos de unidade de análise apresentados no Quadro 14, foi considerada a ideia de que os objetos possuem vontade de dar ou receber calor (AMARAL; MORTIMER, 2002). No ensino de química, segundo Trindade, Nagashima e Andrade (2019), muitos professores dão vida a determinados fenômenos científicos. Além disso, esse obstáculo é encontrado nos livros didáticos principalmente por meio de representações gráficas. Segundo Bachelard (1996), “vida” é uma palavra mágica e apesar de ter sido totalmente superada no século XIX, é comum observá-la em vários contextos.

É possível observar, na Tabela 7, que 12 unidades de análise foram classificadas como “Conhecimento quantitativo”, representando 11,5% do total. No Quadro 15, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas na respectiva categoria.

Quadro 15 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Conhecimento quantitativo” no Questionário inicial

Situação	Estudante	Exemplos
1	E1	Manter a temperatura do corpo.
	E13	O estudante quis dizer que estava vestido adequadamente para tal temperatura.

Situação	Estudante	Exemplos
3	E7	A finalidade do gelo foi diminuir a temperatura do líquido.
	E9	Em seguida o líquido (estando ainda com uma temperatura maior que o gelo).
	E17	A bebida derrete o gelo e mistura-se c.om a água gelada que agora está um pouco acima de 0°C

Fonte: Autoria Própria (2022).

Para classificar as unidades de análise (Quadro 15) como “conhecimento quantitativo”, foi considerada a direta utilização do termômetro sem aprofundamento na teoria. Isso ocorreu quando o resultado do experimento foi apresentado pelo próprio resultado, o que pode causar confusão entre os conceitos de calor e temperatura. Bachelard (1996) descreve esse obstáculo epistemológico como a valorização excessiva dos dados quantitativos, da precisão numérica e da geometrização sem a devida explicação do fenômeno.

A partir da exploração do material, observamos a necessidade da criação de um grupo de categorias “Emergentes”, o qual contém as categorias “Segurança no laboratório” e “Racionalista”.

O grupo de categorias a posteriori “Emergentes”, apresentou 10 unidades de análise que foram classificadas na categoria “segurança no laboratório”, representando 62,5% do total relativo ao grupo, e seis análise que foram classificadas na categoria “Racionalistas”, representando 37,5% do total relativo ao grupo.

No Quadro 16, apresentamos exemplos de unidades de análise classificadas na categoria “Segurança no laboratório”.

Quadro 16 – Exemplos de unidades Classificados como “Segurança no laboratório” no Questionário inicial

Questão	Estudante	Exemplos
1	E4	Uso obrigatório de jaleco.
	E4	[...] e quais os cuidados deveríamos tomar.
2	E4	Explicar com muita atenção os cuidados que devem ser tomados ao manusear os utensílios, os EPI's que são de uso obrigatório.
	E5	Explicação a respeito do uso de EPI's e postura dentro de um ambiente de risco.
	E11	Primeiramente, explicar e aplicar todos os conhecimentos sobre segurança química e comportamento em laboratório para a turma antes de iniciar as práticas.

Fonte: Autoria Própria (2022).

No Quadro 16, observamos que a maior incidência foi encontrada na questão dois do questionário inicial, a qual perguntava sobre as etapas essenciais para o desenvolvimento de uma atividade experimental de ensino. Dessa forma, verificamos que os estudantes consideram os itens de segurança do laboratório como uma etapa essencial para preservar a integridade física dos seus futuros alunos.

No Quadro 17, apresentamos exemplos de unidades de análise observados na categoria “Racionalistas”.

Quadro 17 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Racionalista” no Questionário inicial

Situação	Estudante	Exemplos
1	E3	Que está usando um material termo isolante.
	E7	[...] atuar como isolante térmico.
	E12	A blusa de lã serve de isolante térmico [...].
2	E5	A maçaneta e a porta têm a mesma temperatura porque tendem ao equilíbrio, porém o material de uma é melhor condutor térmico que outro.
	E16	durante o momento que a maçaneta foi tocada houve uma troca de calor/energia entre a maçaneta com a menor temperatura e a mão com uma temperatura mais elevada
3	E9	[...] até que seja atingido o equilíbrio térmico.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Nas unidades de análise classificadas como “racionalistas”, observamos a compreensão dos estudantes sobre calor como a energia térmica em transferência entre dois corpos até o equilíbrio térmico, devido, exclusivamente, à diferença de temperatura entre eles.

Em síntese, após análise das respostas dadas ao Questionário inicial para os estudantes, identificamos indícios de um predomínio dos elementos construtivistas: manipulação ativa dos estudantes, sistematização do conhecimento, e comunicação, diálogo e reflexão. Assim como indícios de um predomínio dos obstáculos epistemológicos: substancialista, experiência primeira e conhecimento quantitativo. Essas informações foram consideradas para adaptação da situação-problema da ABP e na orientação para as discussões sobre a organização das atividades experimentais.

7.2 Análise e Discussão da Aplicação da Situação - Problema, Plano de Trabalho Docente e Transcrição dos Vídeos

Foram analisados seis Planos de Trabalho Docente (PTD) elaborados pelas equipes, sendo um da primeira divisão da turma e cinco da segunda divisão. No Quadro 18, a partir dos PTD e das apresentações gravadas em vídeos, sintetizamos as respostas dadas à situação-problema de cada equipe.

Quadro 18 – Síntese dos PTD elaborados pelas equipes

Classificação	Estudantes	Síntese do PTD
Divisão da turma 1 – Equipe 1	E3, E6 e E7	Com o objetivo de mostrar como fazer experimentos com objetos do cotidiano, o(a) professor(a) apresentará um experimento com três bexigas enchidas com areia, água e ar penduradas em cima de três velas. Além disso, simularam três possíveis questões dos alunos, as quais: qual estoura primeiro? Por que quando uma bexiga estoura faz barulho? E por que a bexiga com água não estourou? Como avaliação, solicitaram uma pesquisa sobre o experimento seguido de uma apresentação.
Divisão da turma 2 – Equipe 1	E9, E11 e E13	Com o objetivo de um melhor entendimento sobre os conceitos básicos da termoquímica para a resolução de exercícios e aulas experimentais, o(a) professor(a) apresentará um mapa mental e executa o experimento da decomposição do peróxido de hidrogênio catalisado com fermento biológico. Como avaliação, elaboraram quatro perguntas, sendo as quais: o que você acha interessante nas aulas experimentais? A aula teórica atrelada a prática proporcionou um melhor entendimento? Qual a importância do calorímetro nesse experimento? Em relação a lei de Hess, o que você conseguiu entender sobre entalpia de decomposição?
Divisão da turma 2 – Equipe 2	E8, E7 e E10	Com o objetivo de sanar as dúvidas dos estudantes sobre calor e temperatura, a equipe por meio de mapa mental apresentou o conceito de ambos e propôs a utilização de simulador online e um experimento que se aquece uma lata de refrigerante vazia. Como avaliação será aplicado um questionário e um relatório sobre calorimetria e lei de Hess.
Divisão da turma 2 – Equipe 3	E16 e E17	Com o objetivo de compreender e relacionar os conceitos da termoquímica com a vida cotidiana, o(a) professor apresentará um resumo com os conceitos de calor, temperatura e lei de Hess com exemplos do dia a dia. Como avaliação haverá questões discursivas para a teoria e uma avaliação lúdica no formato de um quiz com cartas para saber se a reação é endotérmica ou exotérmica.
Divisão da turma 2 – Equipe 4	E14	Com o objetivo de esclarecer os conceitos de calor, lei de Hess, temperatura, o(a) professor(a) orientará os alunos para que pesquisem experimentos sobre o tema e com a aprovação do professor os alunos poderão executá-los. Caso os alunos não encontrem um experimento ou que não esteja de acordo com o tema, o(a) professor(a) terá um experimento previamente escolhido, o qual consiste em colocar três colheres de diferentes materiais em água fervente, em seguida é colocado margarina na ponta das colheres e os alunos visualizarão qual derreterá

Classificação	Estudantes	Síntese do PTD
		primeiro. A avaliação será no formato de um relatório, o qual pode ser em forma de desenho, mapa ou qualquer outra ideia dos alunos.
Divisão da turma 2 – Equipe 5	E12	Com o objetivo de fixar os conceitos básicos da termoquímica, o(a) professor(a) propôs quatro experimentos, o primeiro é visualização do corante diluído em água em três diferentes temperaturas; o segundo é colocar a mão na água com três diferentes temperaturas; o terceiro é a adição glicerina no permanganato de potássio; e o quarto experimento é a adição de ureia na água e verificar a temperatura. Como avaliação será aplicado um questionário.

Fonte: Autoria Própria (2022).

No Quadro 18 é possível observar que foram formadas seis equipes e que a segunda divisão da turma teve um número superior (cinco equipes) em relação à primeira divisão (uma equipe). Um dos possíveis motivos é o fato de que o pesquisador optou pela organização das equipes da segunda divisão já no primeiro encontro e não no segundo encontro como ocorreu na primeira divisão. Dessa forma, é possível que os estudantes da segunda divisão tenham criado um senso de responsabilidade com o pesquisador e com os colegas de equipe, o que pode ter diminuído a desistência.

A partir da situação-problema “Uma aula experimental desafiadora sobre Lei de Hess, calor e temperatura” (Apêndice B), no Quadro 18, observamos que as equipes utilizaram materiais alternativos e de baixo custo para a realização do experimento. Por exemplo, a equipe 1 da primeira divisão da turma utilizou bexigas cheias de areia, água e ar; a equipe 2 da segunda divisão utilizou uma lata de refrigerante vazia; e a equipe 4 também da segunda divisão utilizou colheres de diferentes materiais e margarina. Nessas situações, verificamos que as referidas equipes trouxeram a utilização de materiais alternativos, de baixo custo, baixo risco, e, conseqüentemente, houve a diminuição de resíduos químicos como formas alternativas de superar a precariedade das escolas.

A equipe 2 da segunda divisão da turma (Quadro 18) também propôs a associação de um simulador online com a atividade prática. A utilização das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) auxiliam os estudantes na visualização dos três níveis de representação abordados por Johnstone (1991; 1993), a saber: macroscópico, na visualização de evidências que um fenômeno químico ou físico está ocorrendo; submicroscópico, na utilização de modelos

apresentaram três elementos (equipes 1, 3 e 4 da segunda divisão) e dois elementos (equipes 2 e 5 também da segunda divisão).

Justificamos esse fato devido ao processo formal para resolver problemas, ao estudo autônomo e à figura do professor como um tutor e orientador – três últimas características, segundo Barrows (1996), essenciais da ABP –, seu acompanhamento foi prejudicado devido ao formato de aulas remotas. O pesquisador, apesar de ter estado disponível para contato através de e-mail e número de telefone para mensagens instantâneas, assim como ter verificado constantemente o mural do Ambiente Virtual de Aprendizagem da disciplina durante o processo de aplicação da situação-problema, não percebeu interações significativas que pudessem auxiliar no processo de orientação para a utilização de elementos construtivistas.

Em relação a estrutura do PTD fornecida às equipes, ela apresentava as três competências específicas da área de ensino de ciências e as habilidades para o desenvolvimento do conceito de calor listadas pela BNCC (BRASIL, 2018). No entanto, não houve por parte das equipes citação direta desse documento nas respostas à situação-problema. Dessa forma, uma maior ênfase às competências e habilidades, bem como à explanação desses conceitos, faz-se necessária para maior integração das respostas dos estudantes com os documentos norteadores da educação básica.

Em relação a análise de conteúdo, foram submetidos 12 documentos, sendo seis PTD e seis transcrições de vídeos. Foram identificadas 55 unidades de análise. Essas unidades de análise também foram classificadas de acordo com o grupo de categorias a priori, “Elementos construtivistas” e “Obstáculos epistemológicos”, e posteriori com as categorias “Emergentes” (Quadro 4).

Na tabela 8, apresentamos a frequência absoluta e relativa das unidades de análise classificadas no grupo de categorias “Elementos Construtivistas”, nos PTD e nas transcrições dos vídeos.

Tabela 8 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por elementos construtivistas no PTD + vídeos

Grupo	Categorias	D1EQ1	D2EQ1	D2EQ2	D2EQ3	D2EQ4	D2EQ5	Total	%
Elementos construtivistas	Conhecimentos prévios	1	2	–	1	–	–	4	14,3
	Problema para o início da construção do conhecimento	–	–	–	–	–	–	–	–
	Trabalho em equipe	1	–	–	–	1	–	2	7,1
	Formulação e teste de hipóteses	–	–	–	–	–	–	–	–
	Manipulação ativa dos estudantes	1	1	2	1	1	4	10	35,7
	Sistematização do conhecimento	1	3	1	1	1	4	11	39,3
	Comunicação, diálogo e reflexão	1	–	–	–	–	–	1	3,6
	Total								28

Fonte: Autoria Própria (2022).

Como é possível observar na Tabela 8, quatro unidades de análise foram classificadas como “Conhecimentos prévios”, duas unidades de análise como “Trabalho em equipe”, 10 unidade de análise como “Manipulação ativa dos estudantes”, 11 unidades de análise como “Sistematização do conhecimento” e uma unidade de análise como “Comunicação, diálogo e reflexão, representando 14,3%, 7,1%, 35,7%, 39,7% e 3,6% do total, respectivamente. Não foram encontradas unidades de análise que pudessem ser classificadas como “Problema para o início do conhecimento” e nem “Formulação e teste de hipóteses”.

No Quadro 18, apresentamos exemplos de unidades de análise observadas em cada elemento construtivista.

Quadro 19 – Exemplos de unidades de análise classificados em cada elemento construtivista no PTD + vídeos

Elemento construtivista	Divisão/equipe	Exemplos
Conhecimentos prévios	D1EQ1	Mostrar como podemos fazer experimentos com objetos que temos no nosso dia a dia. O experimento de calorimetria consiste em três bexigas penduradas acima de três respectivas velas, em cada bexiga contém: areia, ar e água.
	D2EQ1	Em um primeiro momento, será lembrado os conceitos básicos de entalpia de reação que é ancorada pela lei de Hess antes de começar de fato a parte experimental.
	D2EQ2	A variação de temperatura será dada pela decomposição do peróxido de hidrogênio tendo como catalisador o fermento

Elemento construtivista	Divisão/equipe	Exemplos
		biológico.
	D2EQ3	Primeiro vamos fazer um "ambientalismo". Para ver se eles (alunos) já sabem, fazer algumas perguntas, se eles já sabem o que é isso, se eles já têm algum conceito.
Trabalho em equipe	D1EQ1	Os alunos serão organizados em pequenos grupos de até 4 integrantes.
	D2EQ4	Ao chegar no laboratório serão formadas equipes.
Manipulação ativa dos estudantes	D1EQ1	O experimento será realizado no laboratório, fornecendo os materiais para os alunos...
	D2EQ1	num segundo momento será feito uma leitura do roteiro com os alunos para explicar o roteiro e sanar dúvidas que podem aparecer.
	D2EQ2	Realizar um experimento em que se esquentava uma lata de coca vazia.
	D2EQ2	Utilizar o simulador states of matters: basic.
	D2EQ3	Utilizará um quiz com cartas mostrando as reações e o aluno desenvolvendo se é endo ou exotérmica.
	D2EQ4	Orientar o aluno a pesquisar um experimento que mostre na prática os conceitos a serem trabalhados. Eles entregam ao professor o experimento que acharam e se o professor aprovar ele vai atrás dos materiais necessários para realizar e entender o calor...
	D2EQ5	Preencher os tubos de ensaio com água, sendo que, cada um deles, deve conter uma temperatura diferente: um mais quente (40°C), um em temperatura ambiente (20°C) e um mais frio (5°C);
	D2EQ5	Preencher os recipientes com água, sendo que, cada um deles, deve conter uma temperatura diferente: um mais quente (40°C), um em temperatura ambiente (20°C) e um mais frio (10°C); - Colocar uma das mãos no recipiente com água quente, deixar por alguns segundos e colocar a mão no recipiente com água em temperatura ambiente; - Colocar a outra mão no recipiente com água gelada, deixar por alguns segundos e colocar a mão no recipiente com água gelada;
	D2EQ5	Dobrar uma folha do papel toalha e apoiá-lo sobre o vidro de relógio; - Com o auxílio de uma colher, colocar uma pequena quantidade do Permanganato de Potássio por cima do papel; - Pipetar 1 ml de Glicerina em cima do Permanganato de Potássio;
	D2EQ5	Colocar 50ml de água dentro do Erlenmeyer - Medir a temperatura inicial - Adicionar uma pequena quantidade de ureia na água do Erlenmeyer - Agitar o Erlenmeyer - Medir a temperatura final
Sistematização do conhecimento	D1EQ1	Os alunos terão que fazer uma pesquisa sobre o assunto do experimento.
	D2EQ1	Eu acho que é importante você visualizar o que está acontecendo de uma maneira simples, então eu peguei um experimento que a da decomposição peróxido de hidrogênio com o fermento biológico como catalisador.
	D2EQ1	Em seguida os alunos irão responder um questionário de 4 perguntas referente a aprendizagem proporcionada pela experimentação.
	D2EQ1	Que é um algo que você possa mostrar que os alunos

Elemento construtivista	Divisão/equipe	Exemplos
		possam ver e fazer com que eles enxerguem a reação e com ação química como? Também, como a parte de matemática, tentar fazer esse link na cabeça deles.
	D2EQ2	Questionário + relatório sobre calorimetria e a lei de Hess.
	D2EQ3	pensamos em uma avaliação discursiva porque quando a gente escreve, escrever ou tenta explicar alguma coisa a gente capta melhor.
	D2EQ4	A avaliação será um tipo de um relatório do experimento, podendo ser em forma de desenho, de mapa mental, um texto normal, ou qualquer outra ideia que o aluno tiver para conseguir explicar os conceitos e exemplificar usando o experimento realizado
	D2EQ5	Adicionar corante aos tubos de ensaio e anotar as observações.
	D2EQ5	Anotar as sensações que você teve em relação a água de temperatura ambiente.
	D2EQ5	Esperar a reação acontecer e anotar suas observações,
Comunicação diálogo e reflexão	D1EQ1	Fazer uma apresentação para finalizar.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Os exemplos apresentados no Quadro 18, nos mostram o predomínio dos elementos "Manipulação ativa dos estudantes" e "sistematização do conhecimento", sendo que esses elementos também predominaram no Questionário inicial.

Quatro equipes adicionaram o elemento "Conhecimentos prévios" (Quadro 18) no PTD. Na perspectiva construtivista, segundo Rosito (2003), as atividades experimentais levam em consideração os conhecimentos prévios dos alunos. Sendo assim, uma forma de relacionar a prática com o dia a dia.

Duas equipes adicionaram o elemento "Trabalho em equipe" (Quadro 18) e uma adicionou o elemento "Diálogo, ação e reflexão" (Quadro 18). Dessa forma a maioria equipes não mencionaram a análise, a discussão, a reflexão e a interpretação conjunta das atividades práticas – o que pode implicar, segundo Rosito (2003), uma limitação da visão ampla do conhecimento.

Em relação ao grupo categorias "Obstáculos epistemológicos" associadas aos obstáculos pedagógicos, direcionados aos conceitos de calor, na Tabela 9, apresentamos a frequência absoluta e relativa das unidades de análise classificadas nas categorias do respectivo grupo. Não foram encontradas unidades de análise que pudessem ser classificadas como obstáculos epistemológicos "Verbal" e "Animista".

Tabela 9 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por obstáculos epistemológicos no PTD + vídeos

Grupo	Categorias	D1EQ1	D2EQ1	D2EQ2	D2EQ3	D2EQ4	D2EQ5	Total	%
Obstáculos epistemológicos	Experiência primeira	4	–	–	–	–	–	4	21,1
	Conhecimento geral	1	–	–	–	–	1	2	10,5
	Verbal	–	–	–	–	–	–	–	–
	Unitário e pragmático	1	–	–	–	–	–	1	5,3
	Substancialista	1	1	1	1	1	1	6	31,6
	Animista	–	–	–	–	–	–	–	–
	Conhecimento quantitativo	1	1	1	1	1	1	6	31,6
Total								19	100

Fonte: Aatoria Própria (2022).

Apesar do obstáculo “Experiência primeira” ser citado no texto da situação-problema entregue aos estudantes, a categoria foi a responsável por quatro unidades de análise (Tabela 9), representando 21,1% do total. As respectivas unidades de análise ocorreram apenas no PTD da equipe 1 da primeira divisão da turma.

O obstáculo epistemológico “Experiência primeira”, segundo Bachelard (1996), está vinculado às observações sem reflexão e ideias de senso comum. Como exemplo disso, apresentamos a seguinte unidade de análise: “a bexiga com areia irá estourar primeiro, pois a vela irá esquentar a areia e comprometer seu peso, fazendo com que estoure mais rapidamente”. A equipe em questão justificou a proximidade da bexiga com a chama devido ao “peso” da areia e não abordou os condutores de energia térmica. Além disso, também podemos citar outro exemplo da mesma equipe: “e a última bexiga, com água, não irá estourar, pois nela contém água, que por sua vez demora para aquecer”. Nesta última, é possível perceber que a equipe associa calor às ideias de sensações quente e frio.

A categoria “Conhecimento geral” foi a responsável por duas unidades de análise (Tabela 9), representando 4% do total. Como exemplos das respectivas unidades de análise, citamos a da equipe 1 da primeira divisão da turma: “que seria uma simplificada explicação da Lei de Hess”; e da equipe 5 da segunda divisão da turma: “colocar uma das mãos no recipiente com água quente, deixar por alguns segundos e colocar a mão no recipiente com água em temperatura ambiente; colocar a outra mão no recipiente com água gelada, deixar por alguns segundos e

colocar a mão no recipiente com água gelada; anotar as sensações que você teve em relação a água de temperatura ambiente”.

O obstáculo epistemológico “Conhecimento geral”, segundo Bachelard (1996), é oriundo de generalizações precipitadas que se dão por meio de fatos particulares. Dessa forma, as duas unidades de análise representam esse obstáculo. Ainda em relação à última unidade de análise, Bachelard (1996) discute esse mesmo experimento que utiliza o método baconiano, o qual apresenta uma generalização a partir de uma intuição particular, acrescida de uma sondagem tendenciosa.

A categoria “unitário e pragmático” foi a responsável por uma unidade de análise (Tabela 9), representando 5,3% do total. Como exemplo da única unidade de análise, citamos a consideração da equipe 1 da primeira divisão da turma: “não deixando que a temperatura da borracha aumentasse muito”, a qual, segundo Bachelard (1996), considera um caráter utilitário do fenômeno como princípio de explicação.

A categoria “Substancialista” foi a responsável por seis unidades de análise (Tabela 9), representando 31,6% do total – e este obstáculo pedagógico também foi discutido no texto da situação-problema e mesmo assim apareceu em todos os PTD. Como exemplos das respectivas unidades de análise, citamos a encontrada no PTD da equipe 1 da primeira divisão da turma: “sendo assim, a explicação se dá por conta de a água ser uma boa armazenadora de calor”; e da equipe 3 da segunda divisão turma: “Em uma reação química, o calor liberado ou absorvido é constante e independente do número de etapas pelas quais a reação passa”.

O obstáculo epistemológico Substancialista, segundo Bachelard (1996), atribui o uso de imagens ou qualidades aos fenômenos científicos. Dessa forma, é possível perceber que ao primeiro exemplo é atribuída a qualidade de “boa armazenadora de calor” à água, e no segundo exemplo é apresentada a capacidade do calor de penetrar a matéria, configurando uma qualidade.

A categoria “Conhecimento quantitativo”, apresentada no texto da situação-problema, também foi a responsável por seis unidades de análise (Tabela 9), representando 36,6% do total. Como exemplos das respectivas unidades de análise citamos a encontrada no PTD da equipe 2 da segunda divisão da turma: “temperatura = mede a energia interna”; e da equipe 5 da segunda divisão turma: “Colocar 50ml de água dentro do Erlenmeyer; medir a temperatura inicial; adicionar

uma pequena quantidade de ureia na água do Erlenmeyer; agitar o Erlenmeyer; medir a temperatura final”.

No obstáculo “Conhecimento quantitativo”, segundo Bachelard (1996), acontece uma valorização excessiva dos dados quantitativos, precisão numérica, medição e geometrização. Amaral e Mortimer (2002), ao interpretar essa definição e levando em consideração o conceito de calor, perceberam a relação do referido obstáculo com o desenvolvimento do termômetro, passando a impressão errônea de que o calor poderia ser medido, apresentando o resultado do experimento pelo próprio resultado.

Em relação ao grupo de categorias “Emergentes”, identificamos duas unidades de análise que foram classificadas como “Segurança no laboratório”, representando 25% do total, e seis unidades de análise foram classificadas como “Racionalista”, representando 75% do total. Os dois exemplos de unidades de análise classificadas na categoria “Segurança no laboratório” foram as encontradas no PTD da equipe 2 da segunda divisão da turma: “observa-se que os manipuladores utilizam como equipamento de proteção individual o jaleco, óculos de segurança e luvas”; e “o experimento será feito no laboratório com uma janelinha perto, devido ao vapor”. A partir dessas unidades de análise, percebemos o cuidado dessa equipe em preservar a integridade física dos seus futuros alunos.

Exemplos de unidades de análise classificadas na categoria “Racionalista” foram as encontradas no PTD da equipe 4 da segunda divisão da turma: “entender que o calor é a energia transmitida de um corpo A para um corpo B e a temperatura é a direção dessa energia, então se um corpo A está em uma temperatura maior que B, a energia de A passa para B”; e da equipe 3 da segunda divisão da turma: “Calor: transferência de energia do corpo de maior temperatura do corpo de menor temperatura”. Nesses dois exemplos, é possível perceber que as equipes entendem o conceito de calor como uma energia térmica em transferência entre dois corpos, devido, exclusivamente, à diferença de temperatura.

7.3 Análise e Discussão da Autoavaliação

Nos 12 documentos que correspondem à autoavaliação, foram identificadas 54 unidades de análise, classificadas de acordo com as categorias do grupo “Elementos construtivistas” (Quadro 4). Não foram encontradas unidades de análise que pudessem ser classificadas no grupo de categorias “Obstáculos epistemológicos” e nem “Emergentes”.

Como apresentado no Apêndice D, a autoavaliação apresenta 10 perguntas. A primeira perguntava “a coisa mais importante que aprendi com a resolução da situação-problema foi...”; a segunda “O que eu achei mais difícil foi...”; a terceira “o que eu mais gostei foi...”; a quarta “o que eu gostaria de aprender mais sobre é...”; a quinta “eu preciso de mais ajuda em relação a...”; a sexta “o que me surpreendeu foi...”; a sétima “o que realmente me fez pensar foi...”; a oitava “o que me ajudou quando tive dificuldade foi...”; a nona “o que eu mudaria nessa atividade para ajudar meus colegas seria...”; e a última e décima pergunta “eu teria aprendido melhor se...”.

Na Tabela 10, apresentamos a frequência absoluta e relativa das unidades de análise classificadas por “Elemento Construtivista”.

Tabela 10 – Frequência absoluta e relativa de unidades de análise por elementos construtivistas na Autoavaliação

Grupo	Categorias	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total	%	
Elementos construtivistas	Conhecimentos prévios	–	1	–	1	–	1	–	–	–	–	3	5,6	
	Problema para o início da construção do conhecimento	3	–	–	–	–	2	–	–	–	–	5	9,3	
	Trabalho em equipe	–	–	2	–	–	–	–	3	3	–	8	14,8	
	Formulação e teste de hipóteses	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	Manipulação ativa dos estudantes	1	4	4	2	1	2	1	2	0	0	17	31,5	
	Sistematização do conhecimento	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1,9
	Comunicação, diálogo e reflexão	3	2	2	2	2	3	4	1	0	1	20	37,0	
	Total												54	100

Fonte: Autoria Própria (2022).

É possível observar, na Tabela 10, que 3 unidades de análise foram classificadas como “Conhecimentos prévios”, representando 5,6% do total. No Quadro 20, apresentamos exemplos de unidades de análise na respectiva categoria.

Quadro 20 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Conhecimento prévio” na Autoavaliação

Pergunta	Estudante	Exemplos
2	E17	[...] atender a realidade de todos os estudantes.
4	E16	[...] trazer a química cada vez mais pra dentro da vida dos estudantes.
6	E3	Montar uma aula experimental com objetos do dia a dia.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Na Autoavaliação, os participantes da pesquisa não mencionariam o elemento “Conhecimentos prévios” de forma recorrente (Quadro 20). Sabemos que para a escola levantar e analisar o que os estudantes já sabem, ou como Bachelard (2004) chama de “conhecimentos antecedentes”, não é uma tarefa fácil. Dessa forma, é necessário que desde a formação inicial dos professores sejam oferecidas oportunidades de pensar e refletir sobre formas de identificar e interpretar esse elemento construtivista.

É possível observar, na Tabela 10, que 5 unidades de análise foram classificadas como “Problema para o início da construção do conhecimento”, representando 9,6% do total. No Quadro 21, apresentamos exemplos de unidades de análise na respectiva categoria.

Quadro 21 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Problemas para o início da construção do conhecimento” na Autoavaliação

Pergunta	Estudante	Exemplos
1	E10	A importância de despertar a curiosidade dos alunos.
	E9	Aprender mais sobre o que está sendo ensinado ao mesmo tempo em que está resolvendo problemas
	E7	Apreendi que os alunos podem por si só resolverem as problemáticas.
6	E3	Como o PBL faz diferença para a organização de uma aula.
	E7	A praticidade na resolução dos problemas.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Na Autoavaliação percebemos uma valorização da utilização de “Problemas para o início da construção do conhecimento” (Quadro 21). Sendo esse elemento

construtivista considerado como uma das principais características da ABP (BARROWS, 1996). A prática de formular problemas, proporcionando que novos conhecimentos sejam construídos, é a marca central da epistemologia construtivista bachelardiana. Além disso, os documentos norteadores das licenciaturas e da Educação Básica também orientam essa prática desde a década de 1990.

Para que os futuros professores conheçam novas questões e formas de pensar, como a utilização de situação-problema, é preciso que tenham contato com diferentes estratégias didático-metodológicas desde a formação inicial.

É possível observar, na Tabela 10, que 8 unidades de análise foram classificadas como “Trabalho em equipe”, representando 14,4% do total. No Quadro 22, apresentamos exemplos de unidades de análise na respectiva categoria.

Quadro 22 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Trabalho em equipe” na Autoavaliação

Pergunta	Estudante	Exemplos
3	E16	do trabalho em conjunto com dupla.
	E15	o trabalho em equipe na hora de preparar a aula experimental.
8	E10	o fato de estarmos em grupo, os colegas da turma me ajudaram com minhas dúvidas.
	E9	Minha colega de equipe e meus amigos da licenciatura.
	E11	O trabalho em equipe
9	E9	Se a atividade fosse presencial, para ter uma maior discussão entre eu e minhas colegas de grupo.
	E14	Eu fiz sozinha, gostei do que eu fiz, mas se alguém desse opiniões que agregassem eu aceitaria com certeza
	E7	A parceria

Fonte: Autoria Própria (2022).

Como é possível perceber no Quadro 22, após a aplicação da ABP, os participantes da pesquisa passaram a valorizar o “Trabalho em equipe”. Para Bachelard (1996) a ciência é uma construção social, assim o autor reforça a importância da socialização do conhecimento científico. Tanto no contexto escolar como na formação de professores, o trabalho em equipe estimula a discussão entre estudante-estudante propiciando a inserção a uma cultura científica.

É possível observar, na Tabela 10, que não foram encontradas unidades de análise classificadas como “Formulação e teste de hipóteses”. Formular, testar e reformular hipóteses compreende, o que Bachelard (1996) denomina de psicologia do erro. O erro evolui os estudantes na busca por soluções à situação-problema. No entanto, a orientação do professor é fundamental nesse processo.

Como já mencionamos, a orientação pelo pesquisador, assumindo o papel de tutor como aconselhado na ABP, nesta pesquisa foi prejudicada devido ao formato remoto. Em vista disso, a “Formulação e teste de hipóteses” não foi valorizada pelos participantes da pesquisa.

É possível observar, na Tabela 10, que 17 unidades de análise foram classificadas como “Manipulação ativa dos estudantes”, representando 31,5% do total. No Quadro 23, apresentamos exemplos de unidades de análise na respectiva categoria.

Quadro 23 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Manipulação ativa dos estudantes” na Autoavaliação

Pergunta	Estudante	Exemplos
1	E6	Como planejar uma atividade dinâmica em sala de aula.
2	E3	a matéria dada em forma de experimento.
	E13	Escrever o roteiro de aula
	E14	Procurar um experimento que ficasse mais claro possível os conceitos que quero ensinar
3	E3	Pensar em qual experimento poderia dar certo
	E10	pesquisar sobre os experimentos calorimétricos
	E14	Justamente procurar um experimento, porque vi vários vídeos e tem vários muito legais e interessantes.
4	E15	sobre os tipos de aulas experimentais que são possíveis de se fazer
	E7	A ser mais lúdica nas atividades
7	E9	criar atividades lúdicas ou experimentais para ajudar os alunos.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Os exemplos apresentados no Quadro 23, mostram a valorização do elemento construtivista “Manipulação ativa dos estudantes”. Os participantes da pesquisa apresentaram, principalmente, a pesquisa e a tomada de decisão. Normalmente são utilizados roteiros engessados nas atividades práticas, os quais não permitem as características mencionadas.

É possível observar, na Tabela 10, que apenas uma unidade de análise foi classificada como “Sistematização do conhecimento”, representando 1,9% do total. Como exemplo, apresentamos a resposta do E11 à segunda pergunta: “A elaboração do plano de aula com questões práticas e teóricas para os alunos”. A “Sistematização do conhecimento” é o momento que os estudantes, por meio de desenhos, esquemas, relatórios e até mesmo questionários, mostram o domínio procedimental, as ações observadas e as relações de causa e efeito para explicar o fenômeno.

No ensino convencional, esse elemento geralmente é utilizado como avaliação. No entanto, ao adotar uma postura construtivista, somente esse tipo de avaliação torna-se inconsistente.

É possível observar, na Tabela 10, que 20 unidades de análise foram classificadas como “Comunicação, diálogo e reflexão”, representando 37% do total. No Quadro 24, apresentamos exemplos de unidades de análise na respectiva categoria.

Quadro 24 – Exemplos de unidades de análise classificados como “Comunicação, diálogo e reflexão” no Autoavaliação

Pergunta	Estudante	Exemplos
1	E16	Que há sempre formas diversificadas de se pensar em abordar um tema.
1	E15	ter clareza no que fala
2	E3	Fazer com que todos consigam entender.
2	E16	pensar em como sintetizar a ponto de ficar compreensível para os estudantes
3	E16	o debate de ideias
3	E7	Gostei da interação que podemos ter com os alunos
4	E16	como diversificar a abordagem das aulas
7	E9	ajudar nas dúvidas dos alunos
8	E16	Trocar informações com os alunos
10	E7	Fosse mais participativa

Fonte: Autoria Própria (2022).

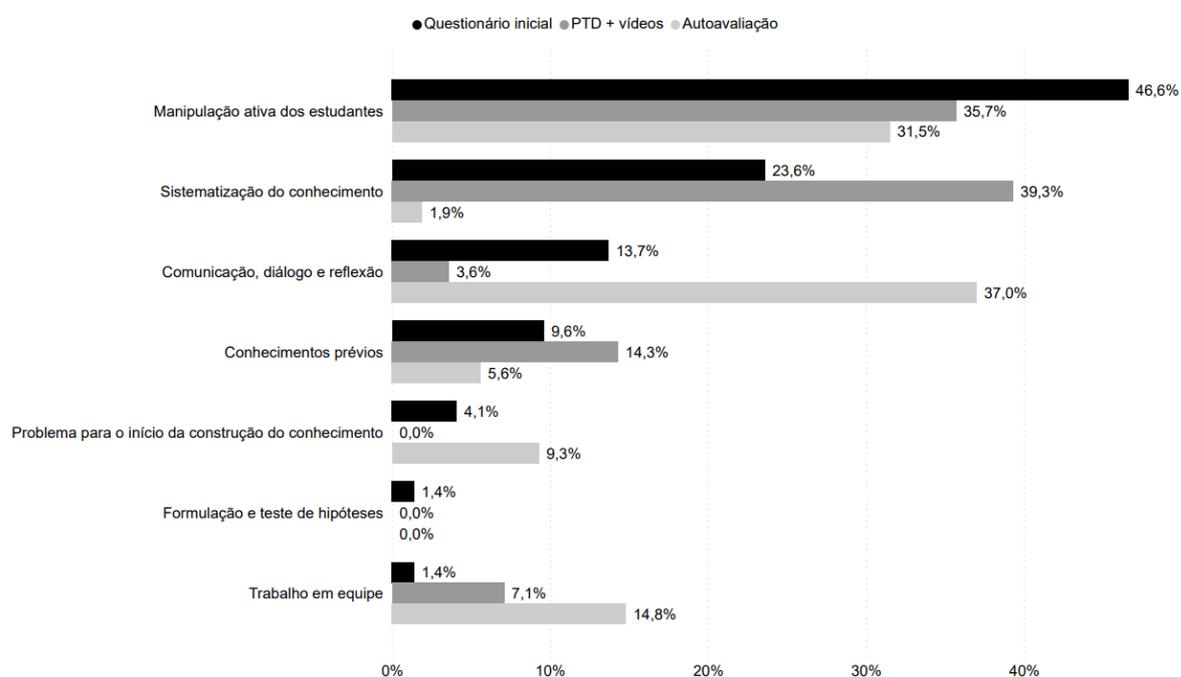
A Autoavaliação faz parte do elemento construtivista “Comunicação, diálogo e reflexão”. As perguntas utilizadas nesse instrumento de coleta de dados, baseadas no livro de Lopes, Silva Filho e Alves (2019), estimulam a reflexão. Assim, esse elemento apresentou a maior frequência absoluta e relativa.

A partir dos exemplos listados no Quadro 24, observamos que os participantes da pesquisa mencionaram o compartilhamento de ideias, a discussão e refletiram sobre suas decisões. O conjunto dessas características evita o que Bachelard (1996) chama de “alma professoral”, aquela que repete ano após ano os mesmos métodos pedagógicos.

7.4 Comparação entre os resultados dos Instrumentos de Coleta de Dados por Categorias

Os resultados dos instrumentos de coleta de dados foram comparados entre cada categoria de cada grupo. Na Figura 3, é apresentada a comparação entre os resultados dos instrumentos de coleta de dados para o grupo de categorias “Elementos construtivistas”.

Figura 3 – Comparação entre os resultados dos instrumentos de coleta de dados para as categorias do grupo “Elementos construtivistas”



Fonte: Autoria Própria (2022).

É possível observar na Figura 3 que a categoria “Manipulação ativa dos estudantes” representou 46,6% no questionário inicial, 35,7% no PTD e vídeos e 31,5% na autoavaliação. Diante desses dados, a ABP pode ser uma estratégia que auxilia os estudantes para uma possível superação das atividades experimentais demonstrativas, nas quais apenas os professores manipulam o experimento e, segundo Rosito (2003), não permitem compreender a construção das ciências e nem contribui para a visualização do conhecimento como um todo. Além disso, os documentos formativos orientadores, principalmente a BNCC – Brasil (2018) e as

Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Química da Secretaria da Educação do Paraná (2008), não recomendam essa abordagem baseada no verificacionismo.

Sobre a “Sistematização do conhecimento”, observamos na Figura 3 que o questionário inicial representou 23,6%, o PTD + vídeos representou 39,3% e a autoavaliação representou 1,9% do total das unidades de análise. Tais resultados dão a entender que nos dois primeiros instrumentos de coleta de dados houve uma valorização da utilização do “relatório” e dos questionários intitulados de “pós-teste”, os quais, inclusive, foram citados e utilizados como formas de avaliação pelos participantes da pesquisa. Já na autoavaliação, após as apresentações e discussões dos PTD construídos pelas equipes com o grande grupo, a proporção dessa categoria diminuiu.

A “Sistematização do conhecimento” é o momento em que os estudantes mostram o domínio procedimental, ações observadas, relacionam a causa e o efeito e explicam o fenômeno, por meio de desenhos, esquemas, relatórios etc. Esse elemento é evidenciado por algumas abordagens construtivistas, como nas Sequências de Ensino Investigativo (SEI) organizadas por Carvalho (2020), nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e na ABP, na etapa quarta etapa de aplicação, na qual Ribeiro (2019, p. 28) descreve como “um momento de encorajar os estudantes a realizarem uma síntese de seus novos conhecimentos e conexões com os anteriores”. Entretanto, a sistematização do conhecimento não deve ser utilizada como elemento central na avaliação.

Na categoria “Comunicação, diálogo e reflexão”, observamos na Figura 3 que o questionário inicial representa 13,7%, o PTD + vídeos representa 3,6% e a autoavaliação representa 37% do total das unidades de análise. É possível perceber um aumento significativo na autoavaliação – apesar de esse já ser um instrumento de reflexão, também atribuímos o aumento a discussão e diálogo durante as apresentações das equipes. Desse modo, a utilização da ABP combina discussão, diálogo, ação e reflexão com atividades experimentais (ROSITO, 2003). Atendendo, portanto, as características evidenciadas nos documentos oficiais norteadores das Licenciaturas e Educação Básica.

Na categoria “Conhecimentos prévios”, observamos na Figura 3 que o questionário inicial representou 9,6%, o PTD + vídeos representou 14,3% e a autoavaliação representou 5,6% do total das unidades de análise. Levantar e analisar os conhecimentos prévios para desenvolver uma atividade experimental não

é uma tarefa fácil. Como consequência, esse elemento construtivista não apresentou uma proporção considerada nos três instrumentos de coleta de dados. A BNCC – Brasil (2018), apresenta de forma incisiva que ao desenvolver situações didáticas, deve-se possibilitar aos alunos revisitarem seus conhecimentos. No entanto, o documento orientador não aprofunda sobre como identificar e analisar os conhecimentos prévios, o que pode dificultar ainda mais a ação e reflexão sobre eles.

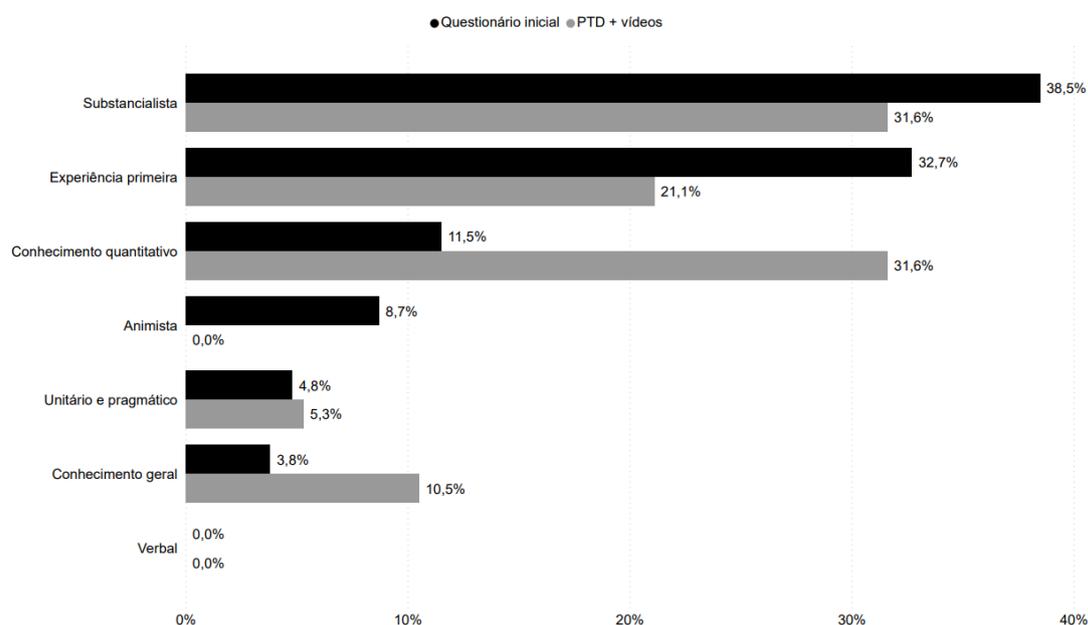
Observamos, na Figura 3, que a categoria “Problema para o início da construção do conhecimento” no questionário inicial representa 4,1%, no PTD + vídeos não foram encontradas unidades de análise e na autoavaliação representa 9,3% do total. É possível perceber um aumento significativo na autoavaliação. Atribuímos esse fato às discussões mediadas pelo pesquisador durante e após as apresentações dos PTD pelas equipes. Visto que, na tentativa de integrar as atividades experimentais com os documentos norteadores da Educação Básica e Licenciatura, os quais valorizam a utilização de situações-problemas para o início da construção do conhecimento, esse elemento foi destacado.

A categoria “Formulação e teste de hipótese” representou apenas 1,4% no questionário inicial. Como já discutimos anteriormente, a orientação pelo pesquisador às equipes foi prejudicada pelo formato remoto.

Já a última categoria “Trabalho em equipe” do grupo “Elementos construtivistas”, o questionário inicial representou 1,4%, o PTD + vídeos representou 7,1% e a autoavaliação representou 14,8% do total das unidades de análise. Como é possível perceber essa categoria foi sendo valorizada pelos estudantes durante o processo de aplicação. Dessa forma, os participantes da pesquisa passaram a valorizar o “Trabalho em equipe”, sendo essa, uma das principais características, segundo Barrows (1996), da ABP.

Em relação às categorias grupo “Obstáculos epistemológicos” associados aos obstáculos pedagógicos, na Figura 4, a comparação entre os resultados dos instrumentos de coleta de dados é apresentada. Não foram encontradas unidades de análise na autoavaliação referente a esse grupo de categorias.

Figura 4 – Comparação entre os resultados dos instrumentos de coleta de dados para as categorias do grupo “Obstáculos epistemológicos”



Fonte: Autoria Própria (2022).

É possível perceber na Figura 4 um predomínio da categoria “Substancialista” (38,5% no questionário inicial e 31,6% nos PTD + vídeos). O obstáculo epistemológico Substancialista é considerado por Bachelard (1996) um entrave ao progresso científico, pois é baseado em uma filosofia fácil. Dessa forma, faz-se necessário pensar em estratégias para combater esse obstáculo, desde a elaboração da situação-problema, nas orientações às equipes, até na mediação das discussões durante as apresentações das respostas da situação-problema – e, se ainda necessário, refazer o ciclo de aplicação da ABP. Devido a pandemia da COVID-19, o calendário da instituição em que a parte empírica desta pesquisa foi realizada foi reduzido. Assim, não tivemos a oportunidade de refazer o ciclo da ABP visando a superação desse obstáculo como a literatura orienta.

A categoria experiência primeira é caracterizada, segundo Bachelard (1996), pelas ideias de senso comum e observação sem reflexão. Nesta pesquisa, atribuímos o conceito de calor explicado pelas sensações de quente e frio. Observamos na Figura 4 que, apesar deste obstáculo pedagógico ter sido apresentado no texto da situação-problema, não apresentou indícios de superação (32,7% no questionário inicial e 21,1% nos PTD + vídeos). Bachelard (1996), como forma de superar esse obstáculo, propõe a ação de trazer a bancada do laboratório

para o quadro negro. Como a ABP não é totalmente contra o ensino convencional, quando esse imobilismo for identificado pelo professor/tutor, é aconselhado interromper a aplicação da estratégia e realizar pequenas intervenções como palestras ou minicursos, para então retomar a ABP.

Na categoria “Conhecimento quantitativo”, é possível observar um aumento significativo na Figura 4, de 11,5% no questionário inicial para 31,6% nos PTD + vídeos. Como a proposta era o desenvolvimento de uma atividade experimental para o conceito de calor, temperatura e Lei de Hess, a utilização do termômetro para apresentar o resultado do experimento pelo próprio resultado, foi frequente nas propostas dessas atividades. No entanto, como Amaral e Mortimer (2002) reforçam, o desenvolvimento do termômetro para a realização dos experimentos dá a falsa impressão de que o calor poderia ser medido. Esse problema pode ser resolvido durante as discussões na mediação do trabalho em equipe.

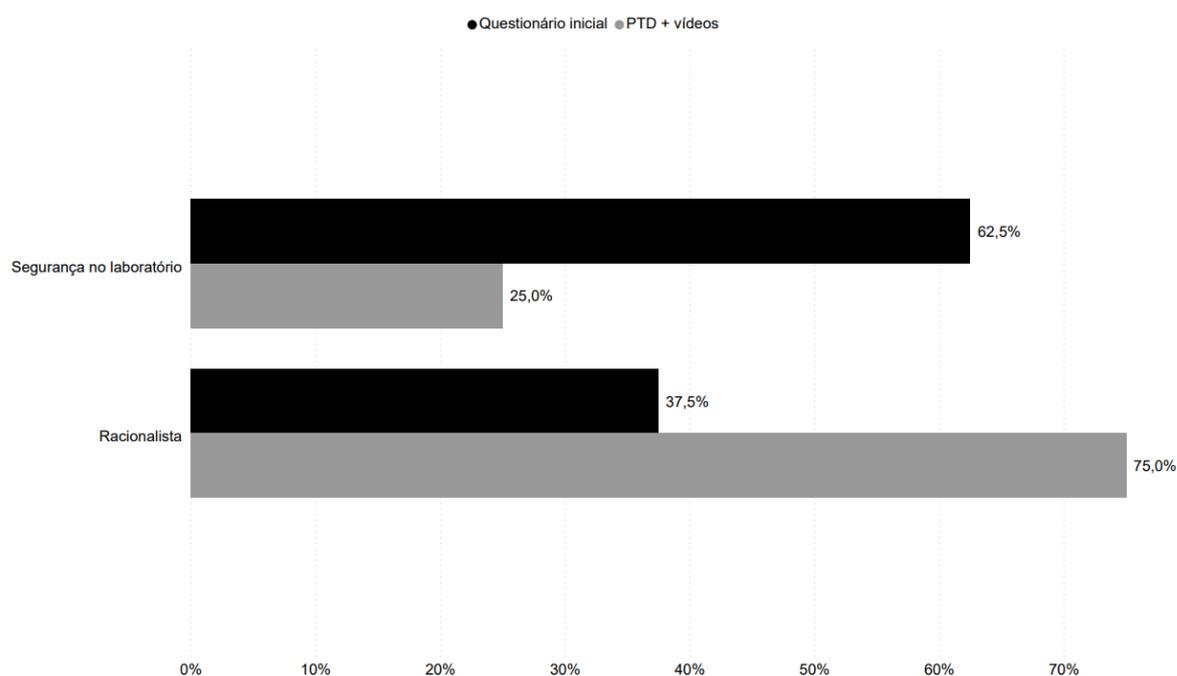
Não foram encontradas unidades de análise classificadas como “animistas” nos PTD + vídeos (Figura 4), apesar de ter indícios no questionário inicial (8,7%). Na situação-problema entregue aos estudantes, essa ideia animista foi apresentada como superada totalmente no século XIX. No entanto, é importante reforçar a superação desse obstáculo pedagógico pois, como Amaral e Mortimer (2002) afirmam, essa ideia ainda é encontrada em vários contextos, inclusive o escolar.

A categoria unitário e pragmático (Figura 4) não apresentou uma diminuição significativa quando comparamos o questionário inicial (4,8%) com o PTD + vídeos (5,3%). Entretanto, para evitar a referida categoria, deve-se elaborar o texto situação-problema pensando na superação no referido obstáculo, pois, segundo Bachelard (1996), o obstáculo unitário e pragmático é oriundo de generalizações exageradas que provêm de induções pragmáticas ou utilitárias.

Na Figura 4, percebemos um aumento na categoria conhecimento geral, de 3,8% do questionário inicial para 10,5% nos PTD + vídeos. O referido obstáculo epistemológico, segundo Bachelard (1996), tem como definição as generalizações precipitadas que são atingidas por meio de fatos particulares, causando a estagnação do espírito científico. Atribuímos esse aumento ao formato de ensino convencional de Ciência, no qual, normalmente, são apresentados teoremas, leis, corolários, princípios, postulados e axiomas o que podem reforçar o predomínio da visão empirista-indutivista.

Em relação ao grupo das categorias “Emergentes”, na Figura 5, é apresentada a comparação entre o questionário inicial e PTD + vídeos para as categorias segurança no laboratório e racionalista. Não foram encontradas unidades de análise na autoavaliação referente a esse grupo de categorias.

Figura 5 – Comparação entre os resultados dos instrumentos de coleta de dados para as categorias “Emergentes”



Fonte: Autoria Própria (2022).

Na Figura 5, é possível perceber o decréscimo de 37,5% em relação às unidades de análise classificadas como segurança no laboratório quando comparadas ao questionário inicial (62,5%) e aos PTD + vídeos (25%). No entanto, a referida categoria é importante para aproximar os estudantes da futura atuação profissional, visto que as escolas brasileiras apresentam diversos ambientes em que os professores de ciências realizam atividades experimentais, e a preservação da integridade física dos estudantes está prevista no Estatuto da Criança e do Adolescente (1990). Assim, no texto da situação-problema da ABP é interessante descrever diversos cenários de laboratórios.

Na categoria “Racionalista”, houve um aumento de 37,5% do questionário inicial para 75% nos PTD + vídeos. A partir da análise dos PTD e das apresentações das equipes para o grande grupo gravadas em vídeos, foi possível perceber indícios

de uma compreensão sobre o conceito de calor como uma energia em movimento que depende exclusivamente da diferença de temperatura entre os corpos.

Dessa forma, a ABP bem planejada pode ser uma opção para trabalhar os conceitos bases das disciplinas específicas da química associados aos conceitos pedagógicos, levando em consideração as competências e as habilidades da educação básica.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral propor uma ação pedagógica, na perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com o uso de atividades experimentais na licenciatura em Química considerando os obstáculos pedagógicos sobre o conceito de calor.

Após realizarmos um estudo sobre o panorama das pesquisas e publicações a respeito das atividades experimentais na formação inicial de professores de química, identificamos, a partir de 130 documentos analisados, que há uma desproporção entre teses e dissertações. Talvez a questão investigada ainda não tenha se configurado como um problema que exija uma nova hipótese explicativa, ou ainda esteja em um nível pré-científico, em que os envolvidos no processo da formação de professores, imersos em certo coletivo de pensamento, não o identificam como uma complicação (com aproximação à perspectiva epistemológica fleckiana) que estimule pesquisas em nível de tese. Contudo, a questão do papel da experimentação na formação inicial da licenciatura em química ainda se apresenta como uma dificuldade no cotidiano escolar.

Também notamos que a produção dos trabalhos se concentra nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, o que pode ser devido ao maior número de programas de pós-graduação nessas regiões. Além disso, notamos que o ensino de ciências é composto por várias áreas do conhecimento, devido à diversidade de formação dos autores, coautores e orientadores das pesquisas e publicações analisadas.

Em relação às orientações epistemológicas das atividades experimentais, identificamos que a maioria das pesquisas e publicações foram classificadas como “construtivistas”. Como exemplo, podemos citar as que se basearam no ensino por investigação, problematizadoras dialógicas, abordagem temática e na perspectiva Ciências, Tecnologia, Sociedade (CTS). Nessas pesquisas, também há uma frequente menção ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), a projetos de extensão e disciplinas do eixo pedagógico. Também identificamos que uma parte considerável das pesquisas e publicações foram classificadas como dedutivistas-racionalistas. Como exemplos, podemos citar as que trouxeram elementos da história da química, apresentando a reelaboração histórica dos conceitos e mostrando que não há verdades definitivas. Ainda, identificamos que uma parte das pesquisas e publicações foram classificadas como empiristas-

indutivistas, principalmente nas disciplinas específicas da Química, o que pode acentuar o caráter bacharelesco das licenciaturas.

De acordo com estudos anteriores, é possível perceber que alguns fatores contribuem para o caráter bacharelesco nos cursos de licenciatura em Química, tais como: o fator histórico da formação inicial de professores, o qual apresenta a trajetória das licenciaturas e suas relações com documentos formativos; o fator das políticas educacionais e/ou reformas educacionais, o qual apresenta as Diretrizes Curriculares Nacionais de 2002, 2015 e 2019; e o fator formadores de professores, o qual apresenta o formato da formação desses profissionais, processos seletivos para contratação e o seu perfil.

Percebe-se, a partir da trajetória histórica das licenciaturas em Ciências/Química, que estas estão assentadas nas premissas da racionalidade técnica. Destacamos, nos documentos oficiais norteadores das licenciaturas, as suas contradições nas associações entre a teoria e prática, em especial devido a utilização do termo “competência” que pode camuflar um discurso tecnicista. Além disso, a Resolução 2/2019 CNE/CP – BNC-Formação está associada ao movimento de implementação da BNCC, que apresenta competências e habilidades que podem causar impacto na formação de professores e incentivam uma abordagem investigativa e a utilização de metodologias ativas. No fator formador de professores, percebemos que, no passado, predominava na formação desses profissionais a área específica de Química. O aumento dos programas de pós-graduação na área de Ensino de Química e/ou parcerias entre as áreas podem contribuir para uma melhor qualificação dos cursos de licenciatura em Química.

Quanto a proposta de uma ação pedagógica, na perspectiva da ABP, com o uso de atividades experimentais na licenciatura em Química considerando os obstáculos pedagógicos sobre o conceito de calor. A partir de uma situação-problema sobre o conceito de calor, temperatura e Lei Hess, conceitos esses previstos na ementa da disciplina Práticas em Química Geral e nos documentos norteadores da Educação Básica, observamos que as equipes elaboraram diferentes formas de planejamento de aulas experimentais, incluindo elementos construtivistas. Tais planejamentos contaram com a utilização de materiais de baixo custo, baixo risco, diminuição de resíduos, utilização de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TIDIC) e quiz de cartas. Mesmo com a entrega da

estrutura de um Plano de Trabalho Docente (PTD), a criatividade das equipes não foi limitada.

As respostas dadas aos instrumentos de coleta de dados foram organizadas em unidades de análise e submetidas à técnica de categorização da análise de conteúdo.

Quando comparados os instrumentos de coleta de dados aplicados com os participantes da pesquisa, em relação às categorias do grupo Elementos construtivistas, percebe-se indícios do predomínio dos elementos “Manipulação ativa dos estudantes” e “Sistematização do conhecimento”. Sendo esses elementos, com maior engessamento, também utilizados no ensino convencional.

A partir dos exemplos de unidade de análise do grupo de categorias do grupo em questão, é possível perceber que os estudantes, após desenvolverem os PTD e apresentarem para o grande grupo, na autoavaliação, passaram a considerar os conhecimentos prévios, fazendo relações com o cotidiano, entendendo o sujeito como protagonista; ainda, refletiram sobre diferentes formas de elaborar uma aula experimental. Portanto, os participantes da pesquisa, em seus processos, demonstraram a adesão às características de uma concepção construtivista.

É necessário estimular um movimento em direção a um conjunto de atitudes e procedimentos que valorizam a construção, combatendo a racionalidade técnica subjacente aos documentos norteadores da formação inicial de professores de Ciências/Química. Para que os futuros professores sejam epistemologicamente conscientes, interpretando de maneira mais aprofundada os documentos formativos da Educação Básica. Como consequência, combinando a discussão, o diálogo, a ação e a reflexão.

Em relação às categorias do grupo Obstáculos epistemológicos associados aos obstáculos pedagógicos, só foi possível comparar o questionário inicial e PTD + vídeos. No obstáculo pedagógico “Experiência primeira”, mesmo sendo apresentado na situação-problema, não percebemos indícios de superação. Dessa forma, o professor na figura de tutor/orientador deve estar atento às mediações das discussões das equipes, sendo essa ação foi prejudicada devido ao formato remoto das aulas. Aconselhamos que o professor, ao identificar o predomínio da “experiência primeira”, pare a aplicação da ABP e realize intervenções, como minicursos ou palestras, para auxiliar na superação do referido obstáculo, visto que a ABP não é totalmente contrária ao ensino convencional.

No obstáculo pedagógico “Conhecimento geral”, que valoriza as generalizações, percebemos um aumento de unidades de análise em relação ao questionário inicial. Esse aumento pode estar relacionado ao predomínio da. No ensino de Ciências/Química, é comum a apresentação de leis científicas, por isso ao elaborarmos o texto da situação-problema devemos considerar esse obstáculo.

O obstáculo “Unitário e pragmático” apresentou um decréscimo insignificante quando comparado aos instrumentos de coleta de dados.

Já o obstáculo pedagógico “Substancialista”, apesar de estar presente no texto da situação-problema ABP, manteve uma porcentagem considerável nos dois instrumentos de coleta de dados. A utilização de imagens ou atribuição de qualidades aos fenômenos é frequentemente observada em contextos didáticos, mesmo que seu uso não seja consciente. Sendo assim, o professor, ao planejar a aplicação da ABP, deve considerar o referido obstáculo do começo ao fim.

Observamos indícios de superação do obstáculo pedagógico “Animista”, o qual também foi apresentado no texto da situação-problema. A superação desse obstáculo é essencial para a apropriação dos conceitos científicos.

Por sua vez, o obstáculo pedagógico “Conhecimento quantitativo” aumentou consideravelmente a porcentagem relativa do PTD + vídeos quando comparado com o questionário inicial – justificamos esse aumento na utilização do termômetro como um instrumento que pudesse “medir” o calor.

Em relação às categorias do grupo Emergentes, na categoria “Segurança no laboratório” percebemos uma diminuição nos PTD + vídeos quando comparados às respostas do questionário inicial. Ao identificarmos essa categoria, percebemos que, se bem planejada, apresentando-a na situação-problema por meio de diferentes formas de laboratório nas escolas públicas e privadas e até mesmo em sua ausência, pode aproximar os licenciandos dos diferentes desafios que eles podem encontrar.

Já a categoria “Racionalista” apresentou um aumento significativo do questionário inicial para o PTD + vídeos. Percebemos que os estudantes, ao pesquisarem em equipes sobre o conceito de calor para a resolução da situação-problema, associaram-no a uma energia térmica em transição, devido à diferença de temperatura.

Por fim, a ABP bem planejada pode ser uma opção para trabalhar os conceitos das disciplinas específicas da Química, auxiliando na inclusão de

elementos construtivistas e na superação de obstáculos pedagógicos associados aos obstáculos epistemológicos, levando em consideração as competências e as habilidades presentes nos documentos norteadores das licenciaturas e Educação Básica.

Até aqui, pelo que nos apresentam os resultados, podemos afirmar que os elementos desenvolvidos e caracterizados nesta pesquisa podem servir como direcionadores de uma avaliação processual durante o curso de formação inicial. Ainda, os resultados podem indicar se tais obstaculizações foram, em alguma medida, exploradas. Porém, para isso, seria necessária a continuidade da pesquisa, mesmo que por meio dos Colegiados e Núcleos Docentes Estruturantes dos cursos de Licenciatura.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 1, n. 3, p. 1-14, 2002.
- ANDRADE, J. B. *et al.* Formação do químico. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n.2, p.358-362, 2004.
- ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p.182-192, 2002.
- ARROIO, A.; RODRIGUES FILHO, U. P.; SILVA, A. B. F. A formação de pós-graduando em química para a docência em nível superior. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 6, p.1387-1392, 2006.
- BACHELARD, G. **A filosofia do não; O novo espírito científico; A poética do espaço**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BAROLLI, E.; VILLANI, A. A formação de professores de Ciências no Brasil como campo de disputas. **Revista Exitus**, Santarém, v. 5, n. 1, p. 72-90, 2015.
- BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. **New Directions for Teaching and Learning**, v. 1996, n. 68, p. 3-12, 1996.
- BARROWS, H. S.; TAMBLYM, R. M. **Problem-based learning: an approach to medical education**. 1 ed. New York: Springer Publishing Company, 1980.
- BATE, E.; HOMMES, J.; DUVIVIER, R.; TAYLOR, D. C. M. Problem-based learning (PBL): getting the most out of your students - their roles and responsibilities. **Medical teacher**, v. 36, n. 1, p. 1-12, 2014.
- BECKER, F. O que é construtivismo? **Revista de Educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, 1992.
- BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface: Comunicação, Saúde e Educação**, Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139-154, 1998.
- BIGGS, J.; TANG, C. **Teaching for Quality Learning at University**. 3. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2007.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, M. C.; AQUINO, O. F.; PUENTES, R. V. Formação de professores no Brasil: história, políticas e perspectivas. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 11, n. 42, p. 94-112, 2011.

BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem baseada em problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 fev. 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=159261-rcp001-02&category_slug=outubro-2020-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº 2, de 1 de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, 1 jul. 2015. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17719-res-cne-cp-002-03072015&category_slug=julho-2015-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP nº 2, 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). **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 dez. 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Parecer CNE/CES1303/2001. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Química. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, 7 dez. 2001. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_pces130301.pdf?query=Educa%5Cu00e7%5Cu00e3o%20B%5Cu00e1sica. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. Ministério Da Educação E Do Desporto. **Parâmetros curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 08 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Documento Área**. Área 04 – Química. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Documento Área**. Área 46 – Ensino. 2019.

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

BRICCIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. *et al.* (Orgs.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 111-128.

CARLINI, A. L. **Aprendizagem baseada em problemas aplicada ao ensino de direito**: projeto exploratório na área de relações de consumo. 2006. 295 f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de ciência e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. *et al.* (Orgs.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CINTRA, P. C. S.; COSTA, R. L. Diretrizes Curriculares Nacionais para formação de professores para Educação Básica de 2015 e 2019: Perspectivas prática e emancipadora. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 9, n. 9, p. 1-22, 2020.

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

COOMBS, G.; ELDEN, M. Introduction to the Special Issue: problem-based learning as social inquiry--PBL and management education. **Journal of Management Education**, v. 28, n. 5, p. 523-535, 2004.

COSTA, C. L. F. O pensamento científico em Bahcelard. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL: EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 6, 2016, São Cristóvão – SE. **Anais [...]**. São Cristóvão-SE, 2012.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p.145-175, ago. 2004.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal**: relato e análise de uma prática educacional na Guiné-Bissau. 1982. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, Tensões e Transições**. 1991. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DEMO, P. **Pesquisa Participante: mito e realidade**. Brasília: UnB/INEP, 1982.

DINIZ JÚNIOR, A. I.; SILVA, J. R. R. T.; AMARAL, E. M. R. Zonas do perfil conceitual de calor que emergem na fala de professores de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, p. 55-67, 2015.

DOURADO, L. F. Diretrizes curriculares nacionais para a formação inicial e continuada dos profissionais do magistério da educação básica: concepções e desafios. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 36, n. 131, p. 299-324, 2015.

ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. C. Aprendendo com PBL–Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. **Revista Minerva**, São Carlos, v. 6, n. 1, p. 23-30, 2009.

FÁVERO, A. A.; TONIETO, C. Docência universitária e formação do espírito científico: uma abordagem a partir da epistemologia de Gaston Bachelard. **Roteiro**, Joaçaba, v. 42, n. 1, p. 155-172, 2017.

FLECK, Ludwick. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. 1. ed. Belo Horizonte: FABREFACTUM, 2010.

FRAZÃO, L. S.; GUSMÃO, M. S. S.; ANTUNES, E. P. Atividades experimentais investigativas e a habilidade de elaborar hipóteses na formação inicial de professores. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, p. 1-16, 2021.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 1. ed. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GATTI, B. A. *et al.* **Professores do Brasil: novos cenários de formação**. Brasília: UNESCO, 2019.

GATTI, B. A.; BARRETO, E. S. de S. **Professores do Brasil: impasses e desafios**. Brasília: UNESCO, 2009.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out./dez. 2010.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais**. 8. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A circulação inter e intracoletiva de conhecimento acerca das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência de formadores de professores de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 467-488, 2016.

GONÇALVES, F.; MARQUES, C. A. Pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 181-204, 2012.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A.; DELIZOICOV, D. O desenvolvimento profissional dos formadores de professores de química: contribuições epistemológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 51-67, 2007.

GUIMARÃES, R.; LOURENÇO, R.; COSAC, S. O perfil dos doutores ativos em pesquisa no Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 6, n. 13, p. 122-150, 2001.

GUIMARÃES, T. S.; MASSENA, E. P.; SIQUEIRA, M. Percepções de Formadores de Professores Sobre as Suas Práticas Pedagógicas. **Revista Internacional de Educação Superior**, Campinas, v. 7, p. 1-21, 2020.

HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

HODSON, D. Philosophy of Science, Science and Science Education. **Studies in Science Education**, Nova York, v. 12, p. 25-57, 1985.

HUNG, W. The 3C3R Model: A Conceptual Framework for Designing Problems in PBL. **Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning**, v. 1, n. 1, p. 55-77, 2006.

HUNG, W. The 9-step problem design process for problem-based learning: application of the 3C3R model. **Educational Research Review**, n. 4, p. 118-141, 2009.

JANSSON, S.; SÖDERSTRÖM, H.; ANDERSSON, P. L.; NORDING, M. L. Implementation of problem-based learning in environmental chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 12, p. 2080-2086, 2015.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of computer assisted learning**, Medford, v. 7, n. 2, p. 75-83, 1991.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of chemical education**, Athens, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

KOLLER, S. H.; COUTO, M. C. P. de P.; VON HOHENDORFF, J. **Manual de produção científica**. Porto Alegre: Penso, 2014.

LEÃO, D. M. M. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 107, p. 187-206, 1999.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálisis**, Florianópolis, v. 10, p. 37-45, 2007.

LOHMAN, M. C.; FINKELSTEIN, M. Designing cases in problem-based learning to foster problem-solving skill. **European Journal of Dental Education**, v. 6, n. 3, p. 121-127, 2002.

LOPES, A. R.C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 248-273, dez. 1996.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; ALVES, N. G. **Aprendizagem baseada em problemas**: fundamentos para aplicação no ensino médio e na formação de professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.

LORENZ, K. M.; BARRA, V. M. Produção de Materiais Didáticos de Ciências no Brasil, Período 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, 1986.

MATOS, E.; GONÇALVES, J. R.; SOUZA RAMOS, F. R. A epistemologia de Ludwick Fleck: subsídios para a prática interdisciplinar em saúde. **Texto & contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 14, n. 3, p. 383-390, 2005.

MOESBY, E. Perspectiva geral da introdução e implementação de um novo modelo educacional focado na aprendizagem baseada em projetos e problemas. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. (Orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas**: no ensino superior. 4 ed. São Paulo: Summus, 2018.

MORAES, R. O significado de experimentação numa abordagem construtivista: o caso do ensino de ciências. In: BORGES, R. M. R.; MORAES, R. **Educação em ciências nas séries iniciais**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998. p. 29-45.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Epistemologias do século XX**: Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan, Bachelard, Toulmin, Feyerabend, Maturana, Bohm, Bunge, Prigogine, Mayr. São Paulo: E. P. U., 2011.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

MUNHOZ, A. S. **ABP**: Aprendizagem baseada em problemas: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

OLIVEIRA, A. A. Q. de; CASSAB, M.; SELLES, S. E. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 183-209, 2012.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**: Química. Curitiba, 2008.

PENAFORTE, J. C. John Dewey e as raízes filosóficas da aprendizagem baseada em problemas. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (Orgs.). **Aprendizagem baseada**

em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional. Fortaleza: Hucitec, 2001. p. 49-78.

PÉREZ, D. G. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

POPPER, K. R. **Conjecturas e Refutações**. Brasília: Editora da UnB, 1980.

RATCLIFFE M.; GRACE M. **Science education for citizenship: teaching socioscientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

RIBEIRO, L. R. C. **PBL: Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino superior**. São Carlos: EduUFSCar, 2019.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. Discutindo as concepções epistemológicas a partir da metodologia utilizada no laboratório didático de Física. **Revista Ibero-americana de Educação**, Madri, v. 6, n. 52, p. 1-11, 2010.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p. 195-208.

SAVERY, J. R. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, v. 1, n. 1, p. 9-20, 2006.

SAVIANI, D. História da formação docente no Brasil: três momentos decisivos. **Educação**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 11-26, 2005.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, Piracicaba, v. 25, n. 1, p. 14-24, 2002.

SILVA, M. R. A BNCC da reforma do ensino médio: o resgate de um empoeirado discurso. **Educação em Revista**, v. 34, p. 1-15, 2018.

SILVEIRA, F. L. da. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 219-230, 1996.

SOUZA, C. V.; GHIDINI, A. R. Aprendizagem baseada em problemas (ABP) a partir do pensamento descontinuista de Gaston Bachelard. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 1, p.300-310, 2021.

SOUZA FILHO, M. P.; BOSS, SLB; CALUZI, J. J. O processo dialético erro/verdade e razão/experiência: resultados e análises de uma pesquisa baseada nas etapas da desequilíbrio. **Ensino de Ciências e Matemática IV: temas de investigação**, São Paulo, v. 4, p. 135-155, 2010.

STINSON, J. E.; MILTER, R. G. Problem-based learning in business education: Curriculum design and implementation issues. **New Directions for Teaching and Learning**, v. 1996, n. 68, p. 33-42, 1996.

TRINDADE, D. J. NAGASHIMA, L. A. ANDRADE, C. C. Obstáculos epistemológicos sob a perspectiva de Bachelard. **Brazilian journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 5, n. 10, p. 17829-17843, 2019.

VIGNOCHI, C. *et al.* Considerações sobre aprendizagem baseada em problemas na educação em saúde. **Revista do HCPA & Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto alegre, v. 29, n. 1, p. 45-50, 2009.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. da; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

ZABALZA, M. A. **O ensino universitário: seu cenário e seus protagonistas**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL PARA OS ESTUDANTES

QUESTIONÁRIO INICIAL PARA OS ESTUDANTES

1) Você já fez atividades experimentais no ensino fundamental ou médio? Se sim, como elas aconteceram? (utilizavam roteiros, foram apenas demonstrativas, aconteceram no laboratório da escola, precediam ou sucediam o conteúdo, faziam aproximações com a realidade, eram iniciadas com um problema etc.).

2) Quais são as etapas que você entende que são necessárias a serem seguidas no desenvolvimento de uma atividade experimental de ensino?

3) Em relação às atividades experimentais já realizadas na disciplina de PRÁTICAS DE QUÍMICA GERAL-QB71J-S62, o que você achou interessante em cada uma e quais foram suas dificuldades?

4) Em relação a dinâmica utilizada nas aulas práticas pela professora dessa disciplina, qual a sua opinião?

5) Você consegue pensar como as atividades práticas executadas nesta disciplina irão te ajudar na sua prática como professor de química do ensino médio?

6) Analise as três situações a seguir e responda o que se pede:

a) 1ª situação: em um dia que amanheceu com geada em Curitiba, você escuta um estudante perguntando a outro estudante se ele estava com frio, a resposta dada foi: “não, porque estou usando uma blusa quente de lã”. De acordo com a resposta, o que esse estudante pretendeu expressar? Qual a função da blusa de lã?

b) 2ª situação: você estava saindo da sala da 2ª série A ao término de sua aula e notou, ao pegar na maçaneta da porta, que ela estava muito fria e se questionou acerca do que tinha observado. Ao empurrar a porta com a outra mão, percebeu que ela estava um pouco mais quente. O que você pode concluir?

c) 3ª situação: um estudante relatou que saiu com seus colegas no final de semana e tomaram um refrigerante. No entanto, não gostaram muito da qualidade do refrigerante e solicitaram gelo. Qual foi a finalidade do gelo? O que acontece quando o gelo entra em contato com o refrigerante?

APÊNDICE B – SITUAÇÃO-PROBLEMA

Situação-problema: Uma aula experimental desafiadora sobre Lei de Hess, Calor e Temperatura



Você como professor(a) de Química da segunda série do ensino médio, está no segundo trimestre letivo e trabalhando com a termoquímica. Mesmo depois das aulas sobre o histórico e definição da termoquímica, reações endotérmicas e exotérmicas, entalpia, entropia, energia livre de Gibbs, entalpia de formação, entalpia de ligação, entalpia de combustão, entalpia de neutralização e entalpia de dissolução, você ainda percebe uma predominância de obstáculos nas falas e nas respostas dos exercícios já realizados pelos seus estudantes sobre o conceito de calor.

Ou seja, seus estudantes ainda não dominam os conceitos científicos básicos de calor e temperatura, o que pode dificultar a compreensão de conceitos mais avançados, como os mencionados anteriormente, previstos nos documentos norteadores da educação básica.

Exemplo de uma fala observada é a do Luís na aula sobre entalpia de neutralização. Após você realizar um experimento demonstrativo misturando uma solução de hidróxido de sódio com uma solução de ácido clorídrico disponíveis no laboratório da escola, o estudante mencionado exclamou:

“Nossa, professor! É impressionante como dois líquidos frios se transformam em um líquido quente, quase queimou minha mão quando encostei no frasco.”

Outro exemplo observado foi a resposta que Maria deu na primeira avaliação sobre reações endotérmicas e exotérmicas:

“Uma reação endotérmica é aquela que absorve calor, por exemplo, a chama do fogão dá calor a água e água dá calor aos alimentos e eles são cozidos. Já uma reação exotérmica é quando libera calor, como uma fogueira de São João”.

E ainda, na aula de entalpia de ligação, você é questionado pelo João da seguinte forma:

“Então quer dizer que os alimentos, que são nossos combustíveis, possuem energia armazenada nas suas ligações químicas?”

O segundo trimestre está se aproximando do fim e você precisa ainda trabalhar os conceitos de Lei de Hess, calor e temperatura. Assim, você começa a planejar uma aula experimental com o objetivo de mostrar que calor não é apenas algo quente (como abordavam cientistas do século XVIII); ou que os objetos e os materiais possuem vontade de dar ou receber calor (ideia animista superada no século XIX), ou que o calor é considerado uma substância que pode penetrar outros materiais – um dos mais difíceis obstáculos a superar, porque está apoiado numa filosofia fácil. Além disso, você quer deixar claro que a temperatura não mede a quantidade de calor e relacionar o experimento calorimétrico com a lei de Hess. Como você prepararia essa aula experimental revendo esses conceitos já superados?

APÊNDICE C – PLANO DE TRABALHO DOCENTE

PLANO DE TRABALHO DOCENTE DO ENSINO MÉDIO

2º TRIMESTRE – 2021

PROFESSOR(ES):
EQUIPE:

ETAPA DE ENSINO – ENSINO MÉDIO	
<p>ÁREA: Ciências da natureza e suas Tecnologias</p>	<p>SÉRIE: 2º</p>
<p>Competências</p>	<p><i>1 - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.</i></p> <p><i>2- Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.</i></p> <p><i>3 - Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).</i></p>
<p>Habilidades</p>	<p><i>EM13CNT101 - Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</i></p> <p><i>EM13CNT102 - Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</i></p> <p><i>EM13CNT201 - Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes</i></p>

	<p><i>épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.</i></p> <p><i>EM13CNT205 - Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.</i></p> <p><i>EM13CNT301 - Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.</i></p>
--	---

CONTEÚDOS ESTRUTURANTES	CONTEÚDOS BÁSICOS	CONTEÚDOS ESPECÍFICOS	CONHECIMENTOS PRÉVIOS	OBJETIVOS
Matéria e sua Natureza	Reações Químicas	Termoquímica: Lei de Hess, Calor e temperatura.	Conhecer os tipos de reações químicas, relacionando-as com as transformações que ocorrem na natureza e nos organismos.	

<p>ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS DETALHADO (Aqui você pode colocar fotos, fluxogramas, mapas mentais, roteiros, possíveis respostas dos estudantes etc.)</p>	
--	--

AVALIAÇÃO	
REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	<p>PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Química. Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-12/dce_quim.pdf>. Acesso em: 15 maio 2021.</p> <p>BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.</p>

APÊNDICE D – AUTOAVALIAÇÃO

AUTOAVALIAÇÃO

- A coisa mais importante que aprendi com a resolução da situação-problema foi...

- O que eu achei mais difícil foi...

- O que eu mais gostei foi...

- O que eu gostaria de aprender mais sobre é...

- Eu preciso de mais ajuda em relação a...

- O que me surpreendeu foi...

- O que realmente me fez pensar foi...

- O que me ajudou quando tive dificuldade foi...

- O que eu mudaria nessa atividade para ajudar meus colegas seria...

- Eu teria aprendido melhor se...

**ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(TCLE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE
VOZ (TCUISV)**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE CONSENTIMENTO PARA USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)

TÍTULO DA PESQUISA: Atividades experimentais na formação inicial dos professores de química: uma integração com os documentos da educação básica a luz de Bachelard.

PESQUISADORES RESPONSÁVEIS PELA PESQUISA, COM ENDEREÇOS E TELEFONES: Marcelo Lambach, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, Departamento Acadêmico de Química e Biologia - DAQBI. Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Bloco C, Sede Ecoville, 81280-340 - Curitiba, PR – Brasil, Telefone: (41) 32796435.

Jean Pscheidt Weiss, Rua Oyapock, 259, apto. 101, 80050-450 - Curitiba-PR – Brasil, Telefone: (41) 9974644-16.

LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA: Sala de aula remota conforme o link gerado pelo Google meet: meet.google.com/bbc-phya-cmp

1. INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Convidamos você para participar da presente pesquisa que tem como objetivo de organizar atividades experimentais da disciplina de PRÁTICAS DE QUÍMICA GERAL do Curso de Licenciatura em Química ofertada pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná de forma que se integrem às competências e habilidades da educação básica. Sua participação consistirá em: a) Responder um Questionário Inicial (30min.), b) Planejar e executar as atividades experimentais por meio da resolução da situação-problema (8h), c) Elaborar um plano de trabalho docente (2h) e d) Responder a Autoavaliação.

A resolução da Situação-problema por meio da execução das atividades experimentais e a Entrevista Semiestruturada serão gravadas em áudio e vídeo.

Essas ações podem causar um certo constrangimento pelo fato de ter suas informações gravadas e/ou anotadas pelo pesquisador. Dessa forma, você pode optar em não responder alguma questão.

A fim de preservar a sua integridade física, para executar as atividades experimentais é necessário a utilização de jaleco confeccionado em algodão, sapatos fechados, retirar os adornos e prender o cabelo, caso necessário.

As informações de identificação solicitadas no Questionário Inicial, Situação-problema,

Plano de Trabalho Docente e Entrevista Semiestruturada serão preservadas, sendo o acesso exclusivo pelo pesquisador. Para a publicação dessa pesquisa serão utilizados pseudônimos.

Para os estudantes (licenciandos) ao vivenciarem atividades experimentais integradas com as competências e habilidades da educação básica na sua formação inicial, podem passar a perceber o propósito do conteúdo e da disciplina no seu campo de trabalho.

2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Serão convidados a participar todos os estudantes de licenciatura em química periodizados (1º período) e matriculados na disciplina experimental de PRÁTICAS DE QUÍMICA GERAL e o(a) professor(a) responsável pela disciplina mencionada.

Os estudantes de licenciatura em química repetentes ou estudantes de outros cursos ofertados pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná não serão incluídos na pesquisa.

3. DIREITO DE SAIR DA PESQUISA E A ESCLARECIMENTOS DURANTE O PROCESSO

O participante tem os direitos de: a) deixar o estudo a qualquer momento; b) de receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa e c) de recusar ou retirar o seu consentimento a qualquer momento sem penalização.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio):

não quero receber os resultados da pesquisa.

4. RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO

O desenvolvimento da pesquisa não gerará custos financeiros, portanto os participantes não serão ressarcidos. No entanto, o direito à indenização haverá sempre que um participante entender que houve algum tipo de dano, de acordo com a resolução 466/12.

5. ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o

respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa

6. CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham **gravação de voz e vídeo** de minha pessoa para fins de pesquisa científica/ educacional. As gravações e os documentos ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data: __/__/____

Nascimento: __/__/____ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: __/__/____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo: Jean Pscheidt Weiss

Assinatura do Pesquisador: _____

Data: 06/10/2021