UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Édila Rosane Alves da Silva

INTERVENÇÕES TEÓRICO-PRÁTICAS COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA POR MEIO DE PROBLEMAS TEMÁTICOS

Santa Maria, RS, Brasil
2020

Édila Rosane Alves da Silva

INTERVENÇÕES TEÓRICO-PRÁTICAS COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA POR MEIO DE PROBLEMAS TEMÁTICOS.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.**

Orientadora: Profa. Mara Elisa Fortes Braibante

Santa Maria, RS, Brasil
2020

Silva, Édila Rosane Alves
Intervenções Teórico-Práticas com Licenciandos em Química por meio de Problemas Temáticos / Édila Rosane Alves Silva.- 2020.
304 p.; 30 cm

Orientadora: Mara Elisa Fortes Braibante
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, RS, 2020

1. Problemas Temáticos 2. Formação inicial de professores 3. Metodologia de Resolução de Problemas 4. Temáticas 5. Ensino de Química I. Fortes Braibante, Mara Elisa II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2020
Todos os direitos autorais reservados a Édila Rosane Alves da Silva. A reprodução de partes ou do todo desse trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.
Endereço: Marechal Floriano Peixoto, n. 974, Bairro Batista, Caçapava do Sul, RS. CEP: 96570-000
Fone (0xx)55 996950424; E-mail: edilaas@hotmail.com

Édila Rosane Alves da Silva

INTERVENÇÕES TEÓRICO-PRÁTICAS COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA POR MEIO DE PROBLEMAS TEMÁTICOS.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.**

Aprovado em 17 de janeiro de 2020

Mara Elisa Fortes Braibante, Dra (UFSM)
(Presidente/ orientadora)

Tânia Denise Miskinis Salgado, Dra. (UFRGS)

Mara Elisângela Jappe Goi, Dra. (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me dar forças e persistência para prosseguir nessa laboriosa trajetória pela busca do conhecimento, permitindo-me concluir mais esta etapa da minha formação. Por meio de sua eterna bondade, tenho inúmeras pessoas especiais para prestar meus mais sinceros agradecimentos:

Aos meus pais, pelo incentivo em todos os momentos e por cuidarem dos meus bens mais preciosos, Rafa e Rick, enquanto eu estava ausente.

Aos meus filhos, Rafael e Henrique, por compreenderem a minha ausência ao longo desses dois anos. Vocês são a minha fonte de vida e inspiração!

Ao meu esposo Daner, por ser pai e mãe em diversos momentos, pelo apoio incondicional, pelo amor e paciência, por acreditar em mim e me incentivar em todos os momentos.

À minha irmã, Tatiane, meu cunhado, Roberto e meu sobrinho e afilhado Miguel, por me acolherem em sua casa, pelas conversas, risadas, conselhos. Muito obrigada!

À professora Mara Braibante, minha querida orientadora, pelos ensinamentos, paciência e generosidade. Por ter me estendido a mão, enquanto eu era apenas uma desconhecida, me proporcionando a oportunidade de crescer pessoal e profissionalmente. Por me permitir fazer parte da família LAEQUI ao longo desses dois anos de mestrado. Meus sinceros agradecimentos!

O meu agradecimento ao professor Hugo Braibante, pela receptividade e amizade, pelas trocas de ideias e conhecimento.

Aos meus colegas do LAEQUI, Ana Carolina, Thaís, Ângela, Vânia, Gustavo, Joana, pelas conversas, risadas e pela amizade construída. Aprendi muito com vocês!

Agradeço especialmente à Thaís, pelos conselhos, ao me ajudar a adequar o projeto de mestrado durante o primeiro ano dessa caminhada. À Joana, pela parceria diária e pelas inúmeras contribuições ao longo desse segundo ano de mestrado.

Agradeço especialmente à Ângela, pelo companheirismo ao longo do mestrado, pelas revisões, sugestões, conselhos, conversas, risadas, incentivo e, principalmente, pela amizade construída. Muito obrigada!

Quero agradecer também aos acadêmicos, Paola, Edileuza, Arthur, Renata, Ezequiel, Naiane, Carolina, Leonardo, Thiago, Guilherme, Andrei e William, por terem aceitado participar desse desafio, me permitido colaborar com a formação de vocês.

Agradeço a Aline e Felipe, meus amigos e colegas de apartamento, pelos momentos compartilhados, cuidado e carinho.

Manifesto minha gratidão ao PPG-Educação em Ciências, especialmente representado na pessoa do Gisandro, pela prontidão em responder e-mails e telefonemas, sempre na tentativa de dissipar minhas inúmeras dúvidas.

Gostaria de agradecer às professoras que fazem parte da banca examinadora: Profª. Tânia Salgado e Mara Goi, pelas valiosas contribuições para o desenvolvimento dessa pesquisa. Estendo meus agradecimentos aos professores do PPGECQVS, pelos ensinamentos ao longo do mestrado. À UFSM, pelo acolhimento durante a minha formação acadêmica e a CAPES, pelo auxílio financeiro.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”. (Isaac Newton)

RESUMO

INTERVENÇÕES TEÓRICO-PRÁTICAS COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA POR MEIO DE PROBLEMAS TEMÁTICOS.

AUTORA: Édila Rosane Alves da Silva
ORIENTADORA: Mara Elisa Fortes Braibante

Este trabalho apresenta uma estratégia didática desenvolvida na formação inicial docente em Química, por meio da articulação entre a Metodologia de Resolução de Problemas e Temáticas, a qual denominou-se de Problemas Temáticos. Os Problemas Temáticos englobam a abordagem de situações-problema vinculadas a assuntos temáticos que demandam de conhecimentos científicos para sua reflexão e posterior resolução. A presente pesquisa teve como questão norteadora: "Como a elaboração de Problemas Temáticos podem contribuir na formação inicial de professores de Química?". Buscando responde a esse questionamento, estabeleceu-se como objetivos específicos verificar, como a Metodologia de Resolução de Problemas vem sendo trabalhada na formação inicial docente em Química, por meio da análise em periódicos nacionais e internacionais; Elaborar e implementar atividades didáticas para acadêmicos do curso de Química Licenciatura, especificamente nas horas aulas destinadas ás Práticas Educativas; Propor a elaboração, pelos acadêmicos, de sequências de atividades que pudessem ser utilizadas na Educação Básica; Analisar e avaliar os materiais didáticos produzidos pelos licenciandos, tanto em termos técnico-científicos como metodológicos, bem como a sua possível adaptação na Educação Básica. Por meio da pesquisa bibliográfica, que compreendeu o período de 2007 a 2018, foram examinados 14 artigos dentre as 878 publicações encontradas. A análise desses trabalhos nos permitiu verificar quais os principais referenciais teóricos relativos a temáticas têm sido utilizados na Educação Superior, a natureza dos problemas desenvolvidos, o panorama curricular, os aspectos pedagógicos, formativos e reflexivos sobre a formação inicial de professores. Em uma etapa posterior os graduandos responderam a um questionário com a finalidade de verificar suas concepções a respeito das práticas educativas já cursadas. A partir da análise desses dados, foram elaboradas intervenções teórico-práticas para serem desenvolvidas com acadêmicos do 3° semestre curso de Química Licenciatura, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, especificamente nas horas aulas destinadas às práticas educativas da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental. As intervenções implementadas contaram com a participação de 13 acadêmicos e ocorreram no primeiro semestre do ano de 2019, perfazendo 31 horas entre encontros presenciais e à distância. Em um primeiro momento, os licenciandos formularam situações-problemas a partir de textos temáticos os quais foram denominados de Ensaio Inicial. Em outra oportunidade foram produzidos os Problemas Temáticos, a partir de conteúdos pré-estabelecidos e, posteriormente, foram elaborados planos de aula, contendo os Problemas Temáticos, para uma iminente transposição para a Educação Básica. Além disso, os acadêmicos responderam questionários, no início e fim da proposta, com o intuito de verificarmos suas concepções sobre o trabalho realizado. Os dados obtidos nessa pesquisa foram analisados por meio do referencial teórico proposto para o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo e Escala Likert. A análise dos instrumentos de coletas de dados nos permitiram inferir que a elaboração dos Problemas Temáticos contribuiu para que os acadêmicos conhecessem outros métodos de ensino, se apropriassem das formas de transpor os conhecimentos conceituais para a Educação Básica, percebessem a relevância das atividades profissionais docentes na formação básica, bem como, a importância do desenvolvimento de atividades que privilegiem a adoção de conceitos científicos associados a demandas sociais.

Palavras-chave: Problemas Temáticos. Formação inicial de professores. Metodologia de Resolução de Problemas. Temáticas. Ensino de Química.

ABSTRACT

THEORETICAL-PRACTICAL INTERVENTIONS WITH LICENSORS IN CHEMISTRY THROUGH THEMATIC PROBLEMS.

AUTHOR: Édila Rosane Alves da Silva
ADVISOR: Mara Elisa Fortes Braibante

This work presents a didactic strategy developed in the initial teaching formation in Chemistry, through the articulation between the Methodology of Resolution of Problems and Thematic, which was called Thematic Problems. Thematic Problems encompass the approach of problem situations linked to thematic issues that require scientific knowledge for their reflection and subsequent resolution. The present research had as a guiding question: "How can the elaboration of Thematic Problems contribute to the initial formation of Chemistry teachers?". Seeking to answer this question, it was established as specific objectives to verify, how the Methodology of Resolution of Problems has been worked in the initial teaching formation in Chemistry, through the analysis in national and international journals; Elaborate and implement didactic activities for academics of the Chemistry Degree course, specifically in the class hours dedicated to Educational Practices; Propose the development, by academics, of sequences of activities that could be used in Basic Education; Analyze and evaluate the teaching materials produced by the graduates, both in technical-scientific and methodological terms, as well as their possible adaptation in Basic Education. Through bibliographic research, which covered the period from 2007 to 2018, 14 articles were examined among the 878 publications found. The analysis of these works allowed us to verify which the main theoretical references related to themes have been used in Higher Education, the nature of the problems developed, the curricular panorama, the pedagogical, formative and reflective aspects about the initial teacher education. In a later stage, the students answered a questionnaire in order to verify their conceptions about the educational practices already taken. Based on the analysis of these data, theoretical-practical interventions were developed to be developed with students from the 3rd semester of the Chemistry Degree course, from the Federal University of Santa Maria - UFSM, specifically in the classes hours aimed at the educational practices of the Quantitative Analytical Chemistry discipline Experimental. The implemented interventions were attended by 13 academics and took place in the first semester of 2019, totaling 31 hours between face-to-face and distance meetings. At first, the undergraduate students formulated problem situations based on thematic texts, which were called the Initial Essay. In another opportunity, Thematic Problems were produced, based on pre-established contents and, later, lesson plans were elaborated, containing the Thematic Problems, for an imminent transfer to Basic Education. In addition, academics answered questionnaires, at the beginning and end of the proposal, in order to verify their conceptions about the work done. The data obtained in this research were analyzed using the theoretical framework proposed for the Pedagogical Knowledge of the Content and the Likert Scale. The analysis of the data collection instruments allowed us to infer that the elaboration of the Thematic Problems contributed for the students to know other teaching methods, to take ownership of the ways of transposing the conceptual knowledge to the Basic Education, perceiving the relevance of the professional teaching activities in the basic training, as well as, the importance of developing activities that favor the adoption of scientific concepts associated with social demands.

Keywords: Thematic Problems; Initial teacher training; Problem Solving Methodology; Thematic. Chemistry teaching.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1:Sistematização da Abordagem Temática Freiriana.....45
Figura 2: Instrumento para análise das unidades didáticas.....48
Figura 3: Conceito de AC. 51
Figura 4: Possíveis características dos problemas curriculares. 85
Figura 5: Triagem dos periódicos investigados na etapa de levantamento bibliográfico preliminar.....90
Figura 6: Critérios de seleção das publicações 91
Figura 7: Número de publicações por ano.....95
Figura 8: Sistematização da leitura. 96
Figura 9: Categorias de análise.....99
Figura 10: Etapas da investigação da pesquisa 122
Figura 11: Síntese das etapas de trabalho a ser realizada pelo professor. 126
Figura 12: Nova configuração dos grupos. 139
Figura 13: Fórmula para o cálculo do Ranking Médio 141
Figura 14: Níveis de exigência da Práticas Pedagógicas.....150
Figura 15: Níveis de concordância e discordância 152
Figura 16: Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) proposto por Shulman (1987) e adaptado por Salazar (2005).....204
Figura 17: Itens considerados na análise da categoria conhecimento do conteúdo206
Figura 18: Etapas da extração de minérios 211
Figura 19: Determinação dos metais presentes na amostra disponibilizada pelo professor 214
Figura 20: Tópicos de análise do Conhecimento Pedagógico Geral adaptado. 222

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Quanto à formação inicial 153
Gráfico 2: Quanto à Metodologia de Resolução de Problemas 157
Gráfico 3: Quanto ao trabalho com temáticas 158
Gráfico 4: Quanto à disciplina de Química Analítica Experimental 160
Gráfico 5: Quanto a formação inicial 162
Gráfico 6: Quanto ao trabalho com Problemas Temáticos 165
Gráfico 7: Quanto a ficha de validação 172
Gráfico 8: Quanto ao trabalho com temáticas 174
Gráfico 9: Quanto ao plano de aula/projeto 177
Gráfico 10: Autoavaliação 178

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Aspectos da abordagem CTS.....49
Quadro 2: Algumas Classificações para problemas.....83
Quadro 3: Grupos dicotômicos apresentados por Watts (1991, apud Lopes, 1994, p.32-33).....84
Quadro 4: Relação de Periódicos analisados na etapa de levantamento bibliográfico preliminar.....90
Quadro 5: Periódicos nacionais e internacionais analisados.....92
Quadro 6: Palavras-chave pesquisadas nas bases de dados dos periódicos.....93
Quadro 7: Publicações encontradas no período de 2007 a 2018.....97
Quadro 8: Publicações selecionas sobre temáticas e problemas na formação inicial docente em Química. 115
Quadro 9: Características dos Problemas Temáticos. 124
Quadro 10: Itens propostos para formulação dos Problemas Temáticos. 125
Quadro 11: Classificação dos Problemas Temáticos. 127
Quadro 12: Planejamento da Proposta Didática 129
Quadro 13: Atividades desenvolvidas durante os encontros.....131
Quadro 14: Questões elaboradas sobre o texto a respeito de temáticas. 134
Quadro 15: Instrumentos de análise dos dados obtidos.....140
Quadro 16: Primeiros Problemas - Ensaio Inicial 181
Quadro 17: Problemas Temáticos produzidos pelos acadêmicos.....190
Quadro 18: Fragilidades apontadas pelos acadêmicos na análise dos Problemas Temáticos.....199
Quadro 19: Síntese das atividades desenvolvidas pelos acadêmicos. 206
Quadro 20: Definições apresentadas pelos grupos para os conteúdos sorteados..207
Quadro 21: Resoluções apresentadas para o PrT 4 (a; b) pelo G2. 216
Quadro 22: Resolução do PrT 6.....218
Quadro 23: Métodos descritos para a iminente realização das práticas pedagógicas 223
Quadro 24:Procedimentos avaliativos apontados por cada grupo de graduandos .229

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de artigos selecionados em cada um dos periódicos. 94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
AC	Alfabetização Científica
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CERPE	Chemistry Education Research and Practice in Europe
CT	Ciências e Tecnologia
CTS	Ciência Tecnologia Sociedade
CTSA	Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente
CNE	Conselho Nacional de Educação
COCTS	Custionario de Opiniones da Ciencia, Tecnologia y Sociedad
CPC	Conhecimento Pedagógico do Conteúdo
EENCI	Experiências em Ensino de Ciências
IENCI	Investigações em Ensino de Ciências
JCE	Journal of Chemical Education
LAEQUI	Laboratório de Ensino de Ciências
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação
MRPA	Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PBL	Problem Based Learning
PCK	Pedagogical Content Knowledge
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PED	Práticas Educativas
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIBID	Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
QN	Química Nova
QNesc	Química Nova na Escola
REEC	Revista Eletrónica Enseñanza de las Ciências
REC	Revista Educación Química
RM	Ranking Médio
SEI	Science Education International
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES SOBRE AS PRÁTICAS EDUCATIVAS 253
APÊNDICE B- APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO PARA AS PED 254
APÊNDICE C- QUESTIONÁRIO INICIAL 256
APÊNDICE D- APRESENTAÇÃO SOBRE TEMAS/ TEMÁTICAS.....259
APÊNDICE E- FICHA DE VALIDAÇÃO 261
APÊNDICE F- PROBLEMAS TEMÁTICOS.....263
APÊNDICE G- FICHA DE VALIDAÇÃO REFORMULADA.....264
APÊNDICE H- QUESTIONÁRIO FINAL.....266

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A- TERMO DE CONSENTIMENTO 272
ANEXO B- O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE TEMÁTICAS: CONTRIBUIÇÕES DO LAEQUI PARA A ÁREA. 274
ANEXO C- APRESENTAÇÃO SOBRE A METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS 284
ANEXO D- DETECTORES DE GASES TÓXICOS 290
ANEXO E- MINERADORA DE BARRAGENS 292
ANEXO F- ANÁLISES FORENSES EM OBRAS DE ARTES 294
ANEXO G- ANTOCIANINAS: CORANTES NATURAIS 296
ANEXO H- RECUPERAÇÃO DE BATERIAS USADAS 300
ANEXO I- PILHAS BIÓLOGICAS 303

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 33

CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO 40

1.1 ENFOQUES TEÓRICOS-METODOLÓGICOS DO ENSINO POR TEMAS. 40

1.1.1 O Ensino por eixos temáticos e os Documentos Normativos Brasileiros 40

1.1.2 A tematização e o método Paulo Freire.....43

1.1.3 A Esfera Social e o Movimento CTS 45

1.1.4 Alfabetização Científica-Tecnológica (ACT).....50

1.1.5 Abordagem Temática.....52

1.1.6 Temas Químicos Sociais 54

1.1.7 Tendências de Contextualização e a Compreensão dos Professores 56

1.2 METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS 59

1.2.1 Fundamentos Epistemológicos da Metodologia de Resolução de Problemas.....60

1.2.2 Fundamentos Psicológicos da Metodologia de Resolução de Problemas. 63

1.2.3 Fundamentos Pedagógicos da Metodologia de Resolução de Problemas. 69

1.2.3.1 Histórico e aplicações da Metodologia de Resolução de Problemas. 69

1.2.3.2 *Perspectiva Histórica da Educação Brasileira* 72

1.2.3.3 Importância da Resolução de Problemas no Ensino de Ciências/ Química ..77

1.2.3.3.1 Definição de Problema 80

1.2.3.3.2 Problemas *versus* Exercícios 81

1.2.3.3.3 Classificação dos Problemas.....82

CAPITULO II: ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES SOBRE A ARTICULAÇÃO ENTRE METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E TEMÁTICAS NA FORMAÇÃO INICIAL EM QUÍMICA......86

2.1 ESCOLHA DO TEMA.....88

2.2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO PRELIMINAR.....89

2.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....92

2.4 ELABORAÇÃO DO PLANO PROVISÓRIO DO ASSUNTO 93

2.5 BUSCA DAS FONTES 94
2.6 LEITURA DO MATERIAL 95
2.6.1 Análise das abordagens contidas nas publicações 98
2.6.1.1 Enfoques temáticos 99
2.6.1.2 Natureza dos problemas 106
2.6.1.3 Panorama curricular 109
2.7 FICHAMENTO 112
2.7.1 Aspectos Pedagógicos utilizados na Formação Inicial de Professores . 112
2.7.2 Aspectos Formativos e Reflexivos sobre Formação Inicial Docente. 113
2.8 ORGANIZAÇÃO LÓGICA DO ASSUNTO 115
2.9 REDAÇÃO DO TEXTO 119
CAPÍTULO III: METODOLOGIA E CONTEXTO DA PESQUISA 121
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA 121
3.2 ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO DA PESQUISA 122
3.2.1 **1° Etapa: Pesquisa Bibliográfica** 123
3.2.2 Problemas Temáticos 123
3..2.2.1 Recomendações para a elaboração dos problemas temáticos 124
3.2.2.2 Sugestão para o trabalho em sala de aula 125
3.2.2.3 Classificação dos problemas temáticos 127
3.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA 2° ETAPA 128
3.3.1 Questionário com os acadêmicos 128
3.3.2 Elaboração da proposta didática 128
3.4 ETAPA DE IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA 130
3.4.1 Contexto e sujeitos da pesquisa 130
3.4.2 Descrição dos encontros 131
3.4.2.1 Primeiro Encontro 132
3.4.2.2 Segundo encontro 133
3.4.2.3 Terceiro encontro 134
3.4.2.4 Quarto encontro 135
3.4.2.5 Quinto encontro 135
3.4.2.6 Sexto encontro 136
3.4.2.7 Sétimo encontro 138

3.4.2.8 Oitavo Encontro 139
3.5 ANÁLISE DOS DADOS 140
3.5.1 Análise dos dados obtidos nas práticas educativas 140
CAPÍTULO IV: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 145
4.1 QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES SOBRE AS PRÁTICAS EDUCATIVAS 145
4.1.1 Concepções e expectativas dos acadêmicos em relação às Práticas Educativas 145
4.1.2 Justificativa para elaboração da proposta didática 149
4.2 QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL: OPINIÃO DOS ACADÊMICOS 151
4.2.1 Questionário Inicial 153
4.2.2 Questionário final 159
4.3 SITUAÇÕES-PROBLEMA E SUAS CATEGORIZAÇÕES 180
4.3.1 Primeiros Problemas – Ensaio Inicial 180
4.3.2 Problemas Temáticos 189
4.4 PLANOS DE AULA 203
4.4.1 Conhecimento do Conteúdo 205
4.4.1.2 Soluções para os Problemas Temáticos 210
4.4.2 Conhecimento Pedagógico Geral 222
CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS 232
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 236

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação é fruto de um trabalho iniciado ainda no curso de graduação da pesquisadora, quando nos momentos de estágios e no contato com escolas, discentes e docentes em intervenções do PIBID, percebeu-se um distanciamento entre fatos reais ou cotidianos a conteúdos escolares. Nas situações dessa natureza, que propiciam um estudo dirigido para a tecnicidade, observou-se que os estudantes, muitas vezes, pareciam não entender os objetivos de estudarem os conteúdos propostos em sala de aula, causando dificuldades na compreensão de determinados assuntos.

Esses fatos me levaram a buscar uma maneira de tentar melhorar a qualidade do Ensino de Química, adaptando metodologias que visassem a contextualização dos conteúdos sem abandonar a cientificidade dos conceitos estudados. Para tanto, optou-se em utilizar no estágio final, o qual culminou na coleta de dados do Trabalho de Conclusão de Curso[1] da pesquisadora, a Metodologia de Resolução de Problemas. A justificativa para essa escolha deu-se por entender que metodologias ativas, voltadas para problemas, podem envolver o estudante na busca por soluções a questões que os inquietem. No entanto, apenas a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas não parecia suficientemente adequada para aproximar os estudantes de fatos cotidianos, dessa forma, optou-se por unir a ela a perspectiva temática.

A partir dos resultados obtidos mediante a proposta desenvolvida nessa etapa da trajetória acadêmica da pesquisadora, atentou-se para o fato de que não bastaria apenas ensinar alguns estudantes de nível básico a solucionar problemas se os educadores não estivessem preparados para dar continuidade a esse trabalho. Nesse contexto, propomos para essa dissertação a união entre a Metodologia de Resolução de Problemas a temáticas, a qual denominamos de Problemas Temáticos.

---

[1] O referido Trabalho de Conclusão de Curso ocorreu no curso de Licenciatura em Ciências Exatas-Ênfase em Química, pela Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Caçapava do Sul e envolveu estudantes do 3° ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de ensino. A pesquisa, intitulada de “Articulação entre Resolução de Problemas e a temática drogas como proposta metodológica para o Ensino de Química”, pode ser consultada através do link: http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cienciasexatas/files/2014/06/edila-rosane-alves-da-silva_quimica.pdf.

INTRODUÇÃO

O Ensino de Química, como área de pesquisa, tem ganhado espaço nas últimas décadas no Brasil e vem se constituindo em um campo profícuo de investigação para o qual se estabelece como objeto de estudo o conhecimento químico relacionado à sua apropriação no ambiente escolar e nos diversos contextos de ensino e aprendizagem (MÓL; SILVA; SOUZA, 2013). Oriunda de uma ciência de especificidade exata e quantitativa, o Ensino de Química teve sua origem em moldes similares, porém os alicerces no qual assenta-se a natureza desta área de investigação, demanda entender a sua realidade por inteiro, ou seja, a Química e o Ensino.

Nessa perspectiva, a pesquisa em Ensino de Química tem se acentuado desde as últimas décadas do século XX, sendo responsável pela elaboração de diferentes métodos de ensino, nos quais tem sido amplamente utilizada a abordagem de temas e de diferentes enfoques metodológicos (MÓL; SILVA e SOUZA, 2013). Nesse contexto, alguns grupos de pesquisa têm buscado desenvolver conceitos relacionados a Química estruturados por temáticas. Entre eles, o LAEQUI - Laboratório de Ensino de Química - vem atuando na área de pesquisa em Ensino de Química por meio da utilização de temáticas articuladas a conteúdos da área. O LAEQUI trabalha com professores pesquisadores, licenciandos em Química, mestrandos e doutorandos integrantes do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, além de professores atuantes da rede Básica de Ensino e tem como principal objetivo contribuir para melhorias no Ensino de Química da Educação Básica e Superior (BRAIBANTE; PAZINATO, 2014).

O uso de temáticas no Ensino de Química objetiva favorecer os processos de ensino e de aprendizagem, além de propiciar a formação crítica dos educandos para que estes atuem de forma consciente no meio social em que estão inseridos e se reconheçam como participantes nas decisões sociais. Desígnios semelhantes são propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000) no âmbito do Ensino de Ciências da Natureza para a Educação Básica, ao propor que a formação do caráter cidadão dos alunos se balize na aproximação dos mesmos a problemas cotidianos embasados por temáticas.

Corroborando com o exposto, Halmenschlager (2014) argumenta que a utilização de temáticas no ensino é justificada pela minimização da fragmentação e linearidade dos conteúdos escolares em defesa da contextualização e interdisciplinaridade de acordo com o que é proposto nas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio. Para Freire (2011), o conhecimento não pode ser tratado como algo estático e independente das vivências dos alunos, mas que estes devem reconhecer-se como sujeitos ativos no meio em que estão inseridos. Dessa forma, o autor defende a estruturação dos currículos escolares embasados em temáticas que estejam de acordo com a realidade dos estudantes.

Alinhados aos pressupostos temáticos, encontram-se os referenciais do movimento CTS (Ciência Tecnologia Sociedade) que surgiu em meados da década de 1970 em consideração à influência da Ciência e da Tecnologia no ambiente social e ambiental contemporâneo. O enfoque CTS enfatiza um currículo que contemple paralelamente, a tomada de decisões conscientes, a respeito dos problemas sociais decorrentes do uso da ciência e da tecnologia, agregando a educação científica necessária para a construção de conhecimentos e habilidades que permitam auxiliar os cidadãos a atuarem sobre tais questões. Como sinaliza Santos (2007, p. 2) um currículo com ênfase em CTS deve considerar as “inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico, solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social”.

Além dos referenciais citados anteriormente, o trabalho a partir de temas no Ensino de Ciências, pode ser observado nas abordagens de Auler (2002), por meio da Alfabetização Científica e Tecnológica; de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), que organizam o trabalho docente pautado em três momentos pedagógicos, sendo eles: Problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento; e nos temas químicos sociais, desenvolvido por Santos (1992), entre outros. Contudo, percebe-se a influência dos referenciais propostos por Freire (2011) e pelo movimento CTS em grande parte dessas teorias, o que pode dar indícios da importância do trabalho por meio de temas na área do ensino.

Outro aspecto que vem sendo discutido na literatura pedagógica para o Ensino de Química, como área integrante das Ciências Naturais, refere-se à aprendizagem por problemas, que teve seu marco metodológico iniciado por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). A ABP é um método de ensino originado na Universidade de McMaster, Canadá, no final dos anos de 1960 com o intuito de

melhorar o ensino e aprendizagem das ciências médicas. Sendo este um método amplamente difundido em diversas áreas do conhecimento, teve ramificações que deram origem a outras estruturas organizacionais de procedimentos metodológicos, entre elas a Metodologia de Resolução de Problemas. Para Berbel (1998), as metodologias derivadas da ABP se caracterizam pela centralização no aluno a partir do ato de ensinar e aprender, a interação entre disciplinas, o embasamento temático e interdisciplinar e a ativação dos conhecimentos prévios por parte dos estudantes.

Considerando-se que a sociedade contemporânea está subordinada aos progressivos avanços científicos e tecnológicos, faz-se necessário ressaltar que a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas no ambiente escolar ou universitário, pode vir a contribuir para a compreensão dos processos científicos e da natureza da ciência possibilitando ao estudante a promoção de conhecimentos relacionados a essas questões. Para Pozo (1998, p. 9) “o ensino baseado na solução de problemas tem como pressuposto promover nos alunos o domínio de habilidades e estratégias que lhes permitem aprender a apreender”.

Compreende-se que as metodologias balizadas por problemas no Ensino de Química, como área da Ciência, podem potencializar a aproximação dos estudantes com os contextos cotidianos, na medida em que situações desafiadoras são propostas para sua solução. Goi e Santos (2015, p. 2), argumentam que a “resolução de problemas pode se constituir em uma proposta que oportuniza a aprendizagem dos estudantes e viabiliza o desenvolvimento da pesquisa no ensino e aprendizagem em Química”. Para Piccoli (2016), o enfoque em pesquisas por investigação, atribuído às metodologias que tratam da solução de problemas, propicia o engajamento social e permite a exploração e o debate por meio da comunicação e da argumentação.

Considerando os aspectos discutidos até o momento, entende-se que o trabalho em sala de aula implica em uma configuração de ensino que tenha como pressuposto a contextualização dos conteúdos e a pesquisa, permitindo maior apropriação de conceitos científicos pelos estudantes de forma a atuarem crítica e reflexivamente no ambiente em que estão inseridos. Nessa perspectiva, considera-se que o professor formador tenha papel relevante na formação crítica e profissional de seus educandos, pois como sinaliza Oliveira (2014):

> [...] o papel do professor no processo de ensino/aprendizagem é mostrar como deve ser permeada sua prática: não como um mero transmissor de informações, mas como um gerenciador do conhecimento, valorizando a

> experiência e o conhecimento internalizado de seu aluno na busca de sua formação como pessoa capaz de pensar, criar e vivenciar o novo, assim como da formação de sua cidadania (OLIVEIRA, 2014, p. 3).

Esta visão implica que o educando seja reconhecido como sujeito de seu processo de aprendizagem, considerando “todos aqueles conhecimentos que cada sujeito possui e que adquiriu ao longo de sua vida na interação com o mundo que o cerca e a escola” (POZO, 1998, p. 87). Um processo dialógico de aprendizagem que favoreça a construção de saberes pelo aluno pode perpassar, portanto, o processo formativo do educador que, por meio da problematização de situações científicas e das inter-relações entre os avanços científicos, tecnológicos e sociais, compreende estas relações como não-neutras, podendo refletir em sua prática de sala de aula.

Nesse sentido, abrem-se possibilidades para o Ensino de Química em nível superior, pois um dos problemas relacionados à educação, principalmente no que se refere às Licenciaturas, é a desarticulação dos grupos de disciplinas que tratam das questões pedagógicas e dos assuntos específicos a serem aprendidos (BROIETTI; BARRETO, 2011; CHAVES; MORSCHBACHER; TERRAZZAN, 2014; TOZETTO; MARTINEZ, 2016).

Dessa forma, o tratamento dos conteúdos específicos atrelados a abordagens didático-pedagógicas pode ser considerado condição básica para o desenvolvimento da competência de ensinar. No entanto, não basta o encadeamento de tópicos específicos a questões educativas, é imprescindível que o futuro professor possa articulá-las a situações presentes na vida cotidiana dos estudantes, a fim de que estes se posicionem conscientemente sobre os problemas relativos a sociedade atual considerando, para isso, saberes científicos que embasem a aprendizagem de tais situações.

Quanto ao processo formativo do educador, Goi (2014) aponta que uma das dificuldades trata do desenvolvimento de propostas metodológicas que visem a promoção do pensamento intuitivo, através da perspectiva da resolução de problemas e promoção da pesquisa, em detrimento ao pensamento dedutivo e analítico. Borges (2016), em revisão de literatura realizada sobre a formação docente na Educação Básica na área de Ciências da Natureza, aponta alguns caminhos a serem trilhados como complemento de aperfeiçoamento e atualização profissional. Dentre os quais a autora sinaliza, estudos e pesquisas sobre temáticas, autoria de materiais didáticos e problemas, e o exercício da reflexão sobre as práticas docentes.

A partir desses pressupostos, assumimos a relevância de um ensino fundamentado na articulação entre temáticas e Metodologia de Resolução de Problemas para ser trabalhado na formação inicial de professores. Dessa forma, propomos para essa dissertação a união de tais perspectivas de ensino, a qual denominaremos de Problemas Temáticos.

Os Problemas Temáticos englobam a abordagem de situações-problemas vinculadas a assuntos temáticos que demandam de conhecimentos científicos para sua reflexão e posterior resolução. Pretende-se a partir desse método, fornecer aos acadêmicos a possibilidade de colocá-los no papel de professor, fornecendo-lhes subsídios para elaboração de situações-problemas e materiais didáticos próprios; reflexão sobre a adequação de diferentes metodologias de ensino em sala de aula, considerando os objetivos de aprendizagem criados pelos licenciandos e a ponderação sobre a importância da associação entre conteúdos específicos e pedagógicos para o exercício da profissão docente.

A partir dessas conjecturas, propõe-se o seguinte problema de pesquisa*:* **Como a elaboração de Problemas Temáticos pode contribuir na formação inicial de licenciandos em Química?**

Partindo dos pressupostos apresentados, esta pesquisa tem como objetivo geral: **Contribuir na formação dos acadêmicos do curso de Química Licenciatura, por meio da elaboração de Problemas Temáticos.**

Neste contexto, têm-se como objetivos específicos desta pesquisa:

- Verificar como a Metodologia de Resolução de Problemas articulada a temáticas vem sendo trabalhadas na formação inicial docente em Química, por meio de análises em periódicos nacionais e internacionais;
- Elaborar e implementar atividades didáticas[2] para acadêmicos do curso de Química Licenciatura, especificamente nas horas aulas destinadas às Práticas Educativas.
- Propor a elaboração, pelos acadêmicos, de sequências didáticas[3] que possam ser utilizadas na Educação Básica.

[2] Os tópicos relativos as expressões “atividades didáticas” ou “proposta didática” são atividades desenvolvidas pela pesquisadora para serem implementadas com os acadêmicos.
[3] As sequências didáticas nesse caso, referem-se a todos os materiais elaborados pelos acadêmicos, sendo eles: a produção de situações-problemas, de problemas temáticos e de planos de aula que visem sua possível transferência para a Educação Básica.

- Analisar e avaliar os materiais didáticos produzidos pelos licenciandos, tanto em termos técnico-científicos como metodológicos, bem como sua possível adaptação na Educação Básica.

Os objetivos elencados para esta pesquisa se apoiam na justificativa de que a abordagem das implementações, embasadas em Problemas Temáticos, possam contribuir para uma formação inicial docente tanto em termos específicos, referente ao conteúdo trabalhado na Química, assim como, em sua preparação para utilizar metodologias ativas de ensino na Educação Básica, o que poderá proporcionar a elaboração de materiais que contribuam para um trabalho contextualizado e interdisciplinar no âmbito escolar.

Como forma de organização, a presente dissertação foi estruturada em cinco capítulos os quais serão apresentados brevemente a seguir:

O capítulo 1, **"Referencial Teórico"** está dividido em duas vertentes. A primeira trata dos "Enfoques teóricos-metodológicos do ensino por temas", no qual são apresentados alguns referenciais teóricos a respeito dos enfoques temáticos utilizados no Ensino de Ciências e de Química, perpassando pelos documentos oficiais brasileiros para a Educação Básica. A segunda vertente corresponde à "Metodologia de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências" e decorre sobre os referenciais teóricos que fundamentam esse método, nas esferas epistemológica, psicológica e pedagógica. Ademais, são descritas as caracterizações dos problemas, suas diferenças em relação a exercícios e algumas categorizações propostas pela literatura da área.

O capítulo 2, **"Análise das publicações sobre a articulação entre Metodologia de Resolução de Problemas e temáticas na formação inicial em química"**, refere-se a uma pesquisa bibliográfica realizada em periódicos nacionais e internacionais, com objetivo investigar como a Metodologia de Resolução de Problemas articulada a temáticas, vem sendo desenvolvida no âmbito da formação inicial docente em Química.

O capítulo 3, **"Metodologia e contexto da pesquisa"**, refere-se à descrição dos sujeitos e contextos da pesquisa e à apresentação detalhada das etapas de investigação propostas para elaboração da dissertação.

No capítulo 4, **"Análise e discussão dos resultados"**, são apresentados os dados, análise e resultados obtidos ao longo dessa pesquisa.

No capítulo 5, **“Considerações Finais”,** apresenta-se a conclusão da pesquisa.

CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo serão abordados os pressupostos teóricos que fundamentam o ensino por temáticas, bem como os referenciais que tratam da Metodologia de Resolução de Problemas em suas vertentes epistemológicas, psicológicas e pedagógicas. Nesse último item, são descritas as caracterizações dos problemas, suas diferenças em relação a exercícios e algumas categorizações propostas pela literatura da área.

1.1 ENFOQUES TEÓRICOS-METODOLÓGICOS DO ENSINO POR TEMAS.

Nessa sessão, discute-se diferentes metodologias de ensino balizadas por temas, bem como seus referenciais teóricos, perpassando pelos documentos normativos da educação brasileira, com a finalidade de demonstrar a importância do Ensino por temas e da contextualização do conhecimento, especialmente na disciplina de Química.

Nesse contexto, pretende-se explorar as orientações propostas na literatura da área do Ensino para a utilização de temas em sala de aula, assim como as diretrizes sugeridas pelos documentos oficiais da Educação brasileira. O ensino por meio de temas é defendido no âmbito educativo por balizar propostas alicerçadas na contextualização do conhecimento. Silva e Marcondes (2014, p. 16) defendem a contextualização de conteúdos por intermédio de temas, por apresentar-se “como um meio de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania concomitantemente à aprendizagem significativa de conteúdos”. Para esses autores, a contextualização se configura como uma maneira de ensinar conceitos científicos relacionados com a experiência dos alunos, podendo ser prevista como recurso didático ou como elemento orientador do método de ensino. Nesse cenário, iniciam-se nossos argumentos pelos documentos brasileiros instrutivos da educação nacional.

1.1.1 O Ensino por eixos temáticos e os Documentos Normativos Brasileiros

A cidadania é um direito assegurado pela Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988) e pode ser entendida como a atividade de praticar o conjunto de direitos e deveres aos quais o indivíduo está submetido em relação à sociedade

em que vive. A prática para o exercício da cidadania pode ser adquirida por meio da educação, pois por meio dela o sujeito exercita sua propensão natural à vida social. O exercício para cidadania é amplamente difundido nos documentos normativos da educação brasileira e envolve “a condição de se inteirar dos fatos do mundo e opinar sobre eles, de poder propor pautas de discussão e soluções de problemas, como forma de vislumbrar formas de atuação na vida pública”, de acordo com o que é proposto na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018, p. 84).

Nesse contexto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) abre possibilidades para a alteração de currículos escolares, para que visem assegurar o desenvolvimento de competências gerais pelos estudantes, além de mudanças que podem influenciar na formação docente, tanto em nível inicial como continuada, na produção de materiais didáticos e nos padrões avaliativos dos exames nacionais (BRASIL, 2018). Segundo esse documento, os currículos deverão ser compostos por uma matriz básica-comum e uma parte diversificada, estabelecendo relações entre ambas, aspecto já previsto no artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) que estabelece:

> Os currículos da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (BRASIL, 1996, p. 9).

No que tange à parte diversificada, a BNCC orienta para a utilização do conhecimento curricular contextualizado pela realidade local, social e individual da escola e de seus estudantes, passando a ter papel fundamental na abrangência da complexidade das relações entre conceitos e fatos reais, rompendo com a centralidade das disciplinas, substituindo-as por aspectos mais globalizados. Nesse cenário, as instituições escolares ou redes de ensino possuem autonomia para selecionar e aplicar metodologias e estratégias didático-pedagógicas diversificadas que visem trabalhar com as necessidades de estudantes, suas famílias e cultura de origem, suas comunidades e grupos de socialização (BRASIL, 2018).

Discussões acerca da necessidade de mudanças no meio educacional implicam repensar o currículo, bem como os meios de transpor os conteúdos aos educandos como é sugerido na BNCC. Uma maneira altamente difundida nos

documentos oficiais da educação brasileira e na literatura, em nível nacional e internacional é o ensino por temas.

O ensino e aprendizagem por meio de temas pode contribuir para potencializar a formação de estudantes enquanto cidadãos críticos, sem deixar para estudos subsequentes a aprendizagem dos conteúdos que devem ser ensinados. Nesse sentido, a contextualização se apresenta como uma alternativa relevante nos processos de ensino e de aprendizagem, além de vir ao encontro das finalidades dispostas para a Educação Básica. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, anteriormente, o ensino se configurava como algo descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Atualmente, se busca dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização e a interdisciplinaridade, bem como do incentivo ao raciocínio e à capacidade de aprender (BRASIL, 2000).

A discussão em torno do ensino por temas se potencializou a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais– PCNs (BRASIL, 1997), por meio dos Temas Transversais que enfatizavam a característica de um currículo que evidenciasse a necessidade de tratar sobre temas sociais nas diferentes áreas escolares. Nos anos 2000 essa tese foi salientada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio ao argumentarem que:

> A interdisciplinaridade e contextualização foram propostas como princípios pedagógicos estruturadores do currículo para atender o que a lei estabelece quanto às competências de: vincular a educação ao mundo do trabalho e à prática social; compreender os significados; ser capaz de continuar aprendendo; preparar-se para o trabalho e o exercício da cidadania; ter autonomia intelectual e pensamento crítico; ter flexibilidade para adaptar-se a novas condições de ocupação; compreender os fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos; relacionar a teoria com a prática (BRASIL, 2000, p. 92).

Em 2002, os PNC+ para a área de Ciências da Natureza e Matemática (BRASIL, 2002), orientam para a utilização de Temas Estruturadores como forma de organização curricular. Segundo esse documento a tradicional divisão técnica ou pré-universitária dos estudos que compõem a etapa final do Ensino Básico não é mais aceitável atualmente, justamente por deixar para estudos subsequentes a amplitude cultural ou seu sentido prático. Corroborando com o exposto, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM), publicadas no ano de 2006, defendem que a organização curricular deve considerar, além da parte diversificada

do currículo, o desenvolvimento de uma matriz curricular que supere a estruturação por disciplinas compartimentadas atendendo a “integração e articulação dos conhecimentos em processo permanente de interdisciplinaridade e contextualização” (BRASIL, 2006, p. 7).

Dada a importância da contextualização no ensino por meio de temas, especialmente na disciplina de Química, como componente integrante da área da Ciências Naturais, foco desta pesquisa, torna-se relevante o estudo dos principais referenciais metodológicos que embasam essas discussões.

1.1.2 A tematização e o método Paulo Freire

A perspectiva de realidade local, apontada na parte diversificada do currículo que sugere a BNCC, implica explorar o Ensino de Química partindo de aspectos sociais do cotidiano como forma de problematização, acarretando, inevitavelmente, a discussão das ideias propostas por Paulo Freire (1981; 1987; 2002).

Freire (1981; 1987; 2002), foi um educador brasileiro que propunha uma aprendizagem progressista liberal pautada por temas advindos do meio social dos estudantes. Ele defendeu que o ato de ensinar e aprender exige uma reflexão crítica sobre o mundo real. Essa ideia de criticidade configura, na concepção freiriana, a inexistência de uma educação neutra, mas um processo de construção e reconstrução contínua de significados de uma dada realidade que prevê a ação do homem sobre a mesma (FEITOSA, 1999). O entendimento da realidade social e sua alteração ocorrem por meio de codificações e decodificações da vivência concreta do estudante (FREIRE, 1981). Nessa perspectiva, o ensino parte dos saberes prévios dos educandos, incluindo questões de senso comum, do seu cotidiano e da sua cultura, no entanto, sem ficar preso a elas.

Essa perspectiva político-pedagógica do método Paulo Freire reflete o momento vivido no Brasil nas décadas de 1964 a 1985 na qual o país passava por uma ditatura militar e ao mesmo tempo uma mudança significativa do contexto educativo. “Essa mudança passava de uma visão humanista tradicional para a constituição de uma nova escola denominada de Escola Progressista” (GOI, 2014, p. 78). O panorama progressista se opunha fortemente ao que Freire chamava de educação bancária, ou seja, aquela que trata da transferência do conhecimento pelo

docente e da fixação do conteúdo pelos educandos, “uma vez que não realizam nenhum ato cognoscitivo do objeto de conhecimento além do caráter verbalista, dissertativo, narrativo” (MENEZES; SANTIAGO, 2014, p.49). Nessa crítica à educação bancária e ao currículo vigente nesse período, Freire argumentava que:

> O currículo padrão, o currículo de transferência é uma forma mecânica e autoritária de pensar sobre como organizar um programa, que implica, acima de tudo, numa tremenda falta de confiança na criatividade dos estudantes e na capacidade dos professores! Porque, em última análise, quando certos centros de poder estabelecem o que deve ser feito em classe, sua maneira autoritária nega o exercício da criatividade entre professores e estudantes. O centro, acima de tudo, está comandando e manipulando, à distância, as atividades dos educadores e dos educandos (Freire; Shor, 2008, p. 97).

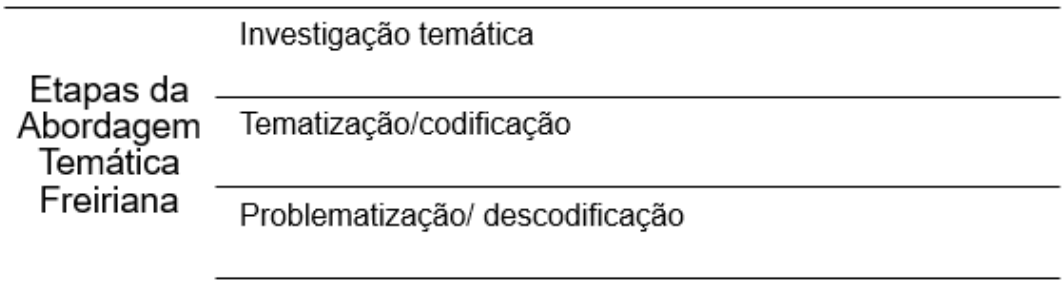
Em oposição à educação bancária, o autor propôs a denominada educação libertadora, ou seja, aquela que prevê a não automatização dos conteúdos em prol da reflexão crítica, envolvendo para tanto, os conhecimentos prévios dos estudantes, bem como o meio em que estes estão inseridos. Relativamente a educação libertadora, Freire justifica a dialogicidade como essência da educação, para a qual a comunicação entre docente e discente sugere meios de ação e reflexão (FREIRE, 1987). Nessa perspectiva, Freire propôs um método próprio para ensinar, reconhecido nacional e internacionalmente. Esse método envolve algumas etapas, sendo elas:

- Investigação Temática- caracteriza-se pela pesquisa do universo e modelos de vidas das pessoas de uma determinada comunidade escolar. Procura investigar “o pensar dos homens referido à realidade e seu atuar sobre a realidade, que é sua práxis” (FREIRE, 1987, p. 98). Por meio dessa investigação são descobertos os conhecimentos que podem ser trabalhados.
- Tematização/ Codificação- Trata-se da seleção de palavras geradoras em uma sequência gradativa de complexidade, considerando o pragmatismo dessas palavras na realidade dos educandos. Essas palavras por sua vez, originam os temas geradores (FREIRE, 1987).
- Problematização/decodificação- etapa que se caracteriza pelo ato de problematizar, “levantar questões a respeito dos conhecimentos que integram o tema gerador e, principalmente questões sociais relacionadas a ele” (SILVA; MARCONDES, 2014, p.20). Nesse momento, o professor oportunizará o estudo de situações desafiadoras

balizadas pelo conhecimento científico, que possibilitará novas formas de interpretar e entender o problema a fim de superá-lo.

A Figura 1 sistematiza a Abordagem Temática proposta por Freire.

Figura 1:Sistematização da Abordagem Temática Freiriana



Fonte: Elaborado pelo autor adaptado da proposta de Freire, 1987

Como é possível verificar, o estudo do cotidiano não pode mais ser entendido como uma repetição do senso comum dissociado dos espaços de produção do conhecimento científico. Nem tampouco, se caracteriza em curiosidades que visam uma aproximação entre conceitos e contextos como exemplificação para apresentar conteúdos aos estudantes. O cotidiano assume a dimensão de efetivação entre cientificidade e realidade, demostrando que toda produção do conhecimento advém da complexidade social (OLIVEIRA, 2008). Assim, abrem-se variadas possibilidades de temas os quais podem ser explorados no Ensino de Química, demonstrando o vasto campo de saberes emergentes dos contextos sociais que precisam do conhecimento científico para serem analisados.

1.1.3 A Esfera Social e o Movimento CTS

A pertinência dos assuntos que tratam do meio social como forma de se obter a cidadania a partir da educação, especialmente quando examinada sob a ótica da contextualização para a aprendizagem por temas, nos leva a discutir algumas ideias do movimento CTS (Ciência- Tecnologia- Sociedade).

O movimento CTS surgiu entre as décadas de 1960 e 1970, tendo como foco as questões relativas à degradação ambiental e o desenvolvimento de artefatos

científicos e tecnológicos vinculados à guerra, fatos estes, que geraram críticas quanto ao alinhamento ao bem-estar social, passando a ser pauta de debates políticos. No mesmo período, diversos movimentos sociais começaram a questionar a influência da ciência e tecnologia no meio social, rompendo com a visão de neutralidade e salvacionismo da ciência, assim como o entendimento de que os caminhos trilhados pela ciência e sociedade são determinados pela tecnologia (AULER, 2003).

Segundo Auler (2003), o processo de rompimento da hegemonia cultural do modelo tradicional e linear de progresso científico e tecnológico fez com que vários países, entre eles Estados Unidos, Inglaterra e outros, adotassem desdobramentos curriculares, em nível básico e superior adequados para a politização da ciência e tecnologia. No Brasil, somente ao final da década de 1980, incorporou-se aos currículos de ciências discussões com enfoque CTS. A busca de industrialização, informatização e desenvolvimento para o país contribuíram para incorporar as relações científicas e tecnológicas do mundo contemporâneo, possibilitando a consolidação da democracia (OLIVEIRA; GUIMARÃES; LORENZETTI, 2015).

Desde então, diversas propostas de ensino pautadas nas relações CTS tem sido desenvolvidas. De acordo com Oliveira, Guimarães e Lorenzetti (2015), embora haja uma variedade de posicionamentos nas propostas elaboradas, de um modo geral, os estudos CTS apresentam duas características fundamentais:

> [...] (i) a busca por um modelo de ensino que contribua para uma mudança da compreensão do papel que a ciência e a tecnologia exercem na sociedade e vice-versa e, (ii) o desenvolvimento de uma aprendizagem social, capaz de oportunizar o cidadão a utilizar os conhecimentos escolares para se posicionar criticamente e decidir sobre questões relacionadas ao contexto científico-tecnológico (OLIVEIRA, GUIMARÃES, LORENZETTI, 2015, p. 79).

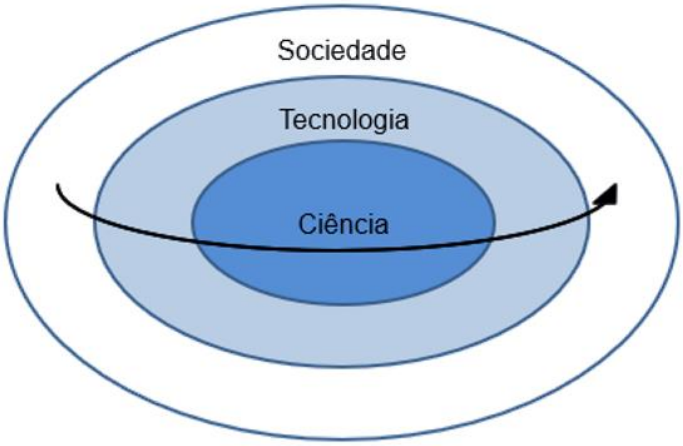
Para Santos (2007, p. 2), a inserção dos pressupostos do movimento CTS em currículos de ciências possui a finalidade de promover a educação científica e tecnológica necessária para auxiliar “o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade”, além de atuar na solução desses assuntos. Nessa perspectiva, entende-se a necessidade de os estudantes compreenderem a ciência e a tecnologia como construções humanas que por sua vez, sofrem interferência do meio social assim como, também o influenciam.

De acordo com Silva e Marcondes (2014), o Ensino de Ciências com enfoque CTS se fundamenta em preparar os estudantes, futuros cidadãos, para a participação ativa no processo democrático de tomada de decisões. Essa concepção parece corroborar com as ideias de Freire (1987) no que tange a perspectiva de participação social dos estudantes, agindo como “ser histórico” e não meros objetos inseridos na “cultura do silêncio”.

No ambiente educacional, Cachapuz (2012), sinaliza o enfoque CTS como uma possibilidade para a contextualização no Ensino de Ciências a partir da relação entre situações reais articuladas a vertentes sociais e ambientais, por meio de situações-problema. Nessa concepção, o autor atribui a essência do conhecimento científico à capacidade de examinar problemas buscando explicações para os fenômenos a partir de uma análise crítica. Criticidade essa, necessária para o desenvolvimento do exercício da cidadania participativa e constituição de uma sociedade democrática alinhada ao progresso científico.

No contexto apresentado, as propostas de ensino com ênfase em CTS devem salientar a dimensão social do conhecimento científico e tecnológico, perpassando pelas três áreas de estudo. Silva e Marcondes (2014), destacam o modelo metodológico sugerido por Aikenhead (1994) para a abordagem CTS em sala de aula. Nesse modelo, o tema a ser estudado parte de questões sociais, perpassando pelas tecnologias relacionadas ao assunto abordado e os conteúdos científicos necessários ao entendimento do mesmo, tornando-os correlacionados. A sistematização desse estudo “permite a tomada de decisão, informada, sobre a questão social” (SILVA, MARCONDES, 2014, p. 22) e pode ser vista no modelo apresentado na Figura 2:

Figura 2: Instrumento para análise das unidades didáticas.



Fonte: Silva e Marcondes, 2014.

Na abordagem CTS sugerida, a contextualização alcança lugar de princípio norteador do tema em estudo, recorrendo a complexidade real em detrimento da exemplificação do cotidiano, o que também configura sua perspectiva interdisciplinar. Santos e Mortimer (2002), apontam aspectos relativos à Ciência que poderiam ser abordados em currículos com ênfase em CTS. Esses tópicos abrangem questões de natureza filosófica, sociológica, histórica, política, econômica e humanística, conforme a descrição:

> filosófica – que inclui, entre outros, aspectos éticos do trabalho científico, o impacto das descobertas científicas sobre a sociedade e a responsabilidade social dos cientistas no exercício de suas atividades; sociológica – que incluiria a discussão sobre as influências da ciência e tecnologia sobre a sociedade e dessa última sobre o progresso científico e tecnológico; e as limitações e possibilidades de se usar a ciência e a tecnologia para resolver problemas sociais; histórica – que incluiria discutir a influência da atividade científica e tecnológica na história da humanidade, bem como os efeitos de eventos históricos no crescimento da ciência e da tecnologia; política – que passa pelas interações entre a ciência e a tecnologia e os sistemas público, de governo e legal; a tomada de decisão sobre ciência e tecnologia; o uso político da ciência e tecnologia; ciência, tecnologia, defesa nacional e políticas globais; econômica – com foco nas interações entre condições econômicas e a ciência e a tecnologia, contribuições dessas atividades para o desenvolvimento econômico e industrial, tecnologia e indústria, consumismo, emprego em ciência e tecnologia, e humanística – aspectos estéticos, criativos e culturais da atividade científica, os efeitos do desenvolvimento científico sobre a literatura e as artes, e a influência da humanidade na ciência e tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 116).

Os autores argumentam que os conteúdos integrantes do currículo com enfoque CTS apresentam uma dimensão ampliada da abordagem científica, permitindo discussões que vão além do significado de conceitos e da natureza de investigação da ciência, diferenciando-se da tendência atual de apresentar temas científicos com alguma aplicação tecnológica altamente difundida para disfarçar a abstração de um ensino puramente conceitual. Dessa forma, sugere-se a adoção de temas originados de um problema “em torno do qual existam diferentes possibilidades associadas a diferentes conjuntos de crenças e valores” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 119). Nesse sentido, é possível que os estudantes avaliem e analisem a situação em estudo a partir dos conhecimentos construídos na interação entre Ciência e Tecnologia. No currículo com enfoque CTS, essas relações procuram evidenciar como os contextos culturais, sociais e ambientais articulados a ciência e tecnologia podem conduzir a abordagem dos conteúdos, como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1: Aspectos da abordagem CTS

Aspectos CTS	Esclarecimentos
Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia sobremaneira o estilo de vida desse grupo.
Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
Efeito da Ciência sobre a Sociedade	O desenvolvimento de teorias científicas pode influenciar a maneira como as pessoas pensam sobre si próprias e sobre problemas e soluções.
Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões públicas e privadas podem influenciar a direção em que os problemas são resolvidos e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: McKAVANAGH e MAHER (1982. p.72 apud SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 121)

As dimensões sociais sugeridas no Quadro 1, podem propiciar o caráter multidisciplinar dos currículos CTS. Contudo, torna-se relevante que o professor tenha em mente critérios adequados para a escolha do tema que balizará as discussões, bem como estratégias de ensino que conduzam o estudante para uma aproximação das relações CTS, favorecendo assim, uma relevante compreensão dos conhecimentos científicos e tecnológicos, seu vínculo com os problemas sociais e a sua participação ativa em sociedade.

O tratamento pedagógico das questões relativas ao currículo com ênfase CTS admite uma variedade de propostas didáticas, permitindo uma expansão desse movimento em caráter escolar. Uma delas é a denominada Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

1.1.4 Alfabetização Científica-Tecnológica (ACT)

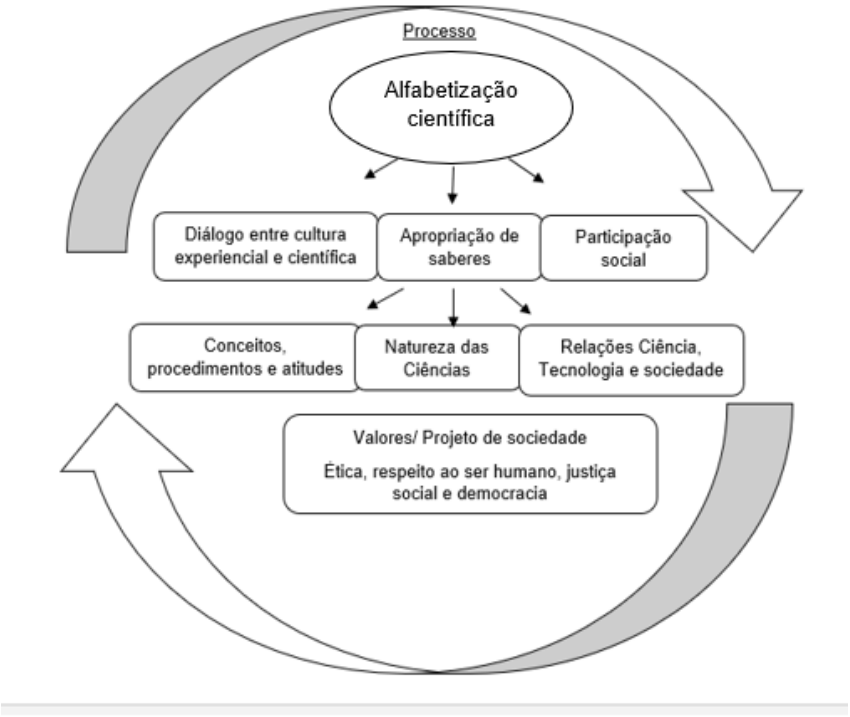
Auler (2002, p. 69) salienta a pluralidade de significados atribuídos ao termo ACT, entre eles “popularização da Ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da Ciência” são os mais destacados. Essas acepções contribuem para uma diversificação dos objetivos que balizam a ACT, podendo ser entendidos desde a busca de participação social em problemáticas relacionadas a ciência e tecnologia até a procura por apoio social a modelos tecnocráticos.

Os autores destacam ainda, que a ACT tem sido conduzida basicamente por duas diretrizes que apontam para a perspectiva reducionista e a ampliada. A reducionista se constitui como um incremento do atual Ensino de Ciências ao não considerar a existência de construções implícitas à produção de conhecimento da ciência e tecnologia, levando-a a uma visão de neutralidade. De outra forma, a perspectiva ampliada se caracteriza pela busca da compreensão das relações CTS, vinculando o ensino de conceitos a problematizações associadas à suposta neutralidade da ciência e tecnologia, tais como a superioridade do modelo tecnocrático, a visão salvacionista atribuída a ciência e tecnologia e o determinismo tecnológico (AULER, 2002).

Na perspectiva ampliada os estudantes demandam conhecer os processos científicos relacionados à ciência e tecnologia (CT), bem como seus desdobramentos

nos campos filosóficos, históricos e sociais para desenvolver uma leitura crítica do mundo e, consequentemente, projetar ações para transformação da sociedade contemporânea. Esse entendimento pode ser percebido por meio da figura proposta para o conceito de AC (alfabetização científica), representado pela Figura 3.

Figura 3: Conceito de AC.



Fonte: Adaptado de Marques e Marandino, 2018

Esse entendimento da alfabetização científica se alicerça na democratização dos processos decisórios que encontram amparo no movimento CTS e na concepção pedagógica de Paulo Freire (1981; 1987; 2002). O primeiro traz como pauta discussões sobre a superação do modelo de decisões tecnocráticas relativas a temas sociais envolvendo a ciência e tecnologia. O segundo, por sua vez, salienta a necessidade de posicionamento crítico com vistas para uma sociedade democrática. Ambos se pautam na concepção de não neutralidade da ciência.

As considerações elencadas nessa dissertação sugerem a complexidade do ensino por temas e envolvem um variado entendimento sobre contextualização do conhecimento, que pode ser abordado em diferentes níveis de complexidade. A vertente mais adotada é balizada pelo envolvimento de questões sociais a conteúdos

científicos que requeiram uma abordagem interdisciplinar. Dessa forma, a "Abordagem Temática" proposta por Delizoicov e Angotti (1992) situa-se na interface entre processos de pesquisas educativas e intervenções didáticas com foco na formação cidadã, como sugere Freire (1981; 1987; 2002).

1.1.5 Abordagem Temática

Delizoicov e Angotti descrevem em seu livro Física (1992), uma proposta de ensino para o nível médio que contempla aspectos metodológicos e conteúdos científicos para serem trabalhados com graduandos de cursos de licenciatura. Segundo os autores, o objetivo da proposta é subsidiar o trabalho didático pedagógico de forma a permitir o aprendizado de conceitos da ciência e sua aproximação com fatos reais vivenciados pelos estudantes. O programa considera um tema central e seus desdobramentos sem, no entanto, se restringir a apenas uma área de conhecimento, o que caracteriza sua mediação interdisciplinar.

O planejamento elaborado por Delizoicov e Angotti (1992) para o desenvolvimento das intervenções didáticas organiza o trabalho metodológico do professor pautado por três momentos pedagógicos, são eles:

- Problematização Inicial- caracteriza-se pela apresentação de situações presentes no cotidiano dos estudantes e vinculadas com o tema geral. Nessa etapa, podem emergir os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto em questão, bem como o desejo de adquirir saberes que ainda não possui para a resolução do problema proposto. O papel do professor é o de mediador do conhecimento, que inicialmente incentiva o estudante a expor seu entendimento sobre a situação proposta, problematizando-a.
- Organização do conhecimento- momento em que são estudados os conteúdos necessários para a compreensão do tema central articulado com a problematização inicial. Nessa fase, sob a orientação do professor, pode-se realizar atividades que contribuam para a sistematização dos saberes no sentido de organizar a aprendizagem.
- Aplicação do conhecimento- nesta etapa a situação problematizada deverá ser reinterpretada a luz do conhecimento científico incorporado pelo estudante no momento anterior. Trata-se, portanto, de deduzir e tentar resolver a condição

anteriormente proposta, bem como estender os conhecimentos a outras questões que podem ser explicadas pela mesma teoria.

Com relação às dimensões educativas das interações entre conhecimento e sala de aula, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), entendem que a abordagem temática se constitui do seguinte modo:

> Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 189).

A partir dessa concepção, a abordagem dos conceitos científicos é o ponto de chegada enquanto que o ponto de partida fica a cargo dos temas e situações que o originam. Os autores enfatizam ainda, que a estruturação dos currículos escolares embasados por temáticas, rompem com o paradigma tradicional, cujo princípio estruturante é a abordagem puramente conceitual (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002).

Para Silva e Marcondes (2014), os três momentos pedagógicos fornecem fundamentação para o desenvolvimento de um Ensino de Ciências na perspectiva ACT, considerando as concepções da pedagogia libertadora de Paulo Freire, visto que propõe a exploração de temas relevantes envolvendo contradições sociais, políticas, econômicas e ambientais embasados em conhecimentos da ciência e tecnologia. Os autores reforçam a importância do estudo de contextos sociais para o desenvolvimento de uma educação que contribua para a formação crítica do estudante, possível transformador de realidades desfavoráveis.

Além dos pesquisadores citados, outros se apoiam nos estudos por abordagens temáticas como princípio metodológico (AULER, 2001; CACHAPUZ, 1999), entre eles, os integrantes do grupo de Pesquisa LAEQUI (Laboratório de Ensino de Química), da Universidade Federal de Santa Maria, cujas pesquisas desenvolvidas por mestrandos e doutorandos, relaciona temáticas a conteúdos químicos necessários para o entendimento dos eventos cotidianos vivenciados pelos estudantes, por meio de atividades experimentais em uma perspectiva investigativa (BRAIBANTE; BRAIBANTE, 2019).

A ênfase em trabalhos na disciplina de Química também pode ser observada nos “Temas Sociais” propostos por Santos (1992), já que esse autor enfatiza a abordagem de temas no Ensino de Química.

1.1.6 Temas Químicos Sociais

Os temas sociais propostos por Santos (1992) assentam-se na base teórica dos referenciais da pedagogia freiriana, da alfabetização científica, dos documentos normativos da educação nacional e sobretudo do movimento Ciência, tecnologia e sociedade. Com o objetivo de caracterizar o Ensino de Química na perspectiva da formação cidadã e estabelecer condições para sua implementação em nível médio, o autor propõe uma investigação junto a docentes do Ensino de Química que permitissem a abordagem social do conteúdo por meio da adoção de temas químicos sociais.

As conclusões deste trabalho apontam para a concordância entre os docentes, sujeitos da pesquisa, de um ensino pautado no desenvolvimento da capacidade de participação e tomada de decisões, a partir do domínio de informações químicas básicas vinculadas ao contexto em que o estudante se encontra inserido. Contudo, Santos (1992), salienta que a adoção de temas sociais não pode se restringir à mera estimulação para a aprendizagem dos estudantes, sendo necessário a abordagem de conteúdos químicos aliados a estratégias de ensino bem estruturadas evitando apenas uma transmissão de informações, mas propiciando o desenvolvimento de habilidades.

Na perspectiva metodológica para a implementação dos temas químicos sociais, Santos (1992) propõe a articulação entre os princípios que englobam a abordagem de temas sociais e os projetos curriculares em CTS. Com foco na formação cidadã, os fundamentos gerais que norteiam os projetos curriculares em Química são sintetizados em tópicos gerais, permitindo a flexibilização da organização curricular pelo docente. Esses tópicos apresentam como lógica organizacional:

i- adoção do objetivo central que é o desenvolvimento de habilidades para a cidadania, incluindo a capacidade de participação, julgamento e tomada de decisões. Habilidades essas, que poderão desenvolver-se a partir da

participação ativa do estudante por meio de debates e problematização de situações em sala de aula (SANTOS, 1992);

ii- Caráter interdisciplinar dos conteúdos, envolvendo conhecimentos relativos aos conceitos fundamentais da Química, a natureza do conhecimento científico, a tecnologia e seus processos de produção, bem como os efeitos dessa produção em aspectos políticos, econômicos e ambientais, a compreensão da sociedade, incluindo sua organização, legislação, efeitos de interesses políticos e econômicos e a ética social envolvida em todos esses aspectos (SANTOS, 1992);

iii- A contextualização social dos conteúdos, incorporando sua relação com problemas vinculados a ciência e tecnologia, possibilitando condições para o desenvolvimento de atitudes pelos estudantes (SANTOS, 1992);

iv- A adoção de procedimentos metodológicos coerentes com a perspectiva construtivista de ensino e aprendizagem, ou seja, considerando os saberes prévios dos estudantes, possibilitando a construção e reconstrução de saberes (SANTOS, 1992);

v- Desenvolvimento do planejamento do processo de ensino pelo professor, inviabilizando a adoção de projetos curriculares padronizados (SANTOS, 1992);

Apresentadas as principais características de um Ensino de Química pautado essencialmente na formação para a cidadania, Santos (1992) enfatiza a importância da elaboração de materiais didáticos e cursos para formação de professores que atendam às exigências propostas anteriormente. Nesse contexto, a elaboração de materiais pedagógicos por graduandos em cursos de Química Licenciatura torna-se pertinente, visto que o movimento de renovação do Ensino de Ciências, particularmente de Química, depende dos professores que são os responsáveis por consolidar a adoção de qualquer proposta de ensino. Assumindo que o trabalho a partir de temáticas cotidianas e sociais apresenta uma forte tendência na contextualização do conhecimento, torna-se relevante aprofundar qual é a compreensão dos professores sobre a contextualização.

1.1.7 Tendências de Contextualização e a Compreensão dos Professores

Uma primeira consideração realizada por Bueno (1996), refere-se ao termo "contextualização" que se origina da palavra "contexto" e remete ao enquadramento sintagmático de uma situação de comunicação. Machado (2004), defende o uso do termo "contextuação" por considerar a aproximação do conteúdo específico à vida cotidiana do estudante. Diante das diferentes denominações, preferimos adotar nessa dissertação o termo contextualização, por ser a palavra presente nos documentos normativos da educação brasileira, como também na maior parte das obras consultadas.

Diversos pesquisadores (LUFTI, 1992; BUENO, 1996; SANTOS E MORTIMER, 1999a; GONZÁLEZ, 2004; CORTEZ; DARROZ, 2017), vêm mostrando quais as principais vertentes contextuais estão sendo utilizadas pelos professores para o Ensino de Ciências, bem como o entendimento desses profissionais sobre essa linha de pesquisa. No entanto, se faz relevante entender a abrangência da significação da palavra contextualização. Para isso, recorre-se inicialmente à ideia proposta pelos documentos que norteiam a educação brasileira. Esses documentos tratam a questão do contexto como um recurso central para a perspectiva educacional, visto que, é possível entender ou interpretar situações considerando as circunstâncias envoltas em um fato ou conceito.

Ricardo (2005) aborda os princípios discutidos nos registros nacionais para educação, além de investigar a concepção dos elaboradores de alguns desses documentos sobre os termos competências, interdisciplinaridade e contextualização. Nas palavras de um dos colaboradores, responsáveis pela elaboração dos PCN, a ideia de contextualização exerce papel principal, ultrapassando a atribuição dada a questão de competência e interdisciplinaridade, como pode ser observado na fala que segue:

> Não existe competência fora de contexto. Eu posso definir massa a partir de uma certa operação abstrata, ou concreta, mas que não precisa estar contextualizada. Eu posso definir logaritmo perfeitamente sem nenhum contexto, mas não dá para desenvolver nenhuma competência sem contexto. Competência do quê? Então, claramente a competência tem a ver com o contexto. Agora, o contexto é mais central que a competência. O contexto é que dá a luz, gera, pari, a interdisciplinaridade. A verdadeira interdisciplinaridade é filha do contexto. Traga para o contexto qualquer coisa e ela é imediatamente interdisciplinar (RICARDO, 2005, p. 68).

Esses colaboradores, que são docentes e participantes de diversos grupos de pesquisa na área do ensino, retratam embora que implicitamente nesses documentos, a concepção de contextualização que baliza as leis, diretrizes, parâmetros e orientações das instruções educativas brasileiras. De acordo com esse panorama, outros educadores examinam a noção de contextualização de docentes da área do ensino.

Santos e Mortimer (1999a), em investigação com um grupo de professores, constataram diferentes entendimentos sobre a contextualização na educação: contextualização como estratégia de ensino e aprendizagem; como descrição científica dos fatos e processos do cotidiano do aluno e, como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico. Os autores apontam que alguns dos professores pesquisados compreendem a contextualização como uma descrição científica dos fatos e situações rotineiras dos estudantes. Numa espécie de desdobramento desse trabalho, os autores selecionaram 41 professores de Química que utilizavam em suas práticas educativas materiais alternativos de ensino, construídos a partir de sua própria elaboração ou disseminados por cursos de formação continuada. Esse estudo apontou que, embora quase a totalidade dos entrevistados reconhecessem a contextualização como princípio curricular fundamental para a formação da cidadania, 17% deles apresentaram dificuldades na aplicação desses materiais ou relataram, raramente, desenvolverem atividades nesse sentido (SANTOS; MORTIMER, 1999b).

Ainda com relação a esse estudo, os atores da pesquisa exemplificam atividades desenvolvidas em suas salas de aula que abarcam o princípio da contextualização, tais como uso de textos jornalísticos, de divulgação científica, livros, debates em grupos e entre professores, projetos de pesquisa, seminários, etc. A respeito dessas exemplificações, Santos e Mortimer (1999b) evidenciam que os professores parecem entender a contextualização como uma descrição dos fatos cotidianos, reduzindo-os a mera exemplificação. No entanto, os autores argumentam que a compreensão dos processos cotidianos é fundamental, porém a formação para o exercício da cidadania implica ampliar essa visão reducionista, abrindo espaço para as dimensões sociais da Química, englobando aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos e culturais.

A contextualização com enfoque na abordagem CTS também tem sido discutida por pesquisadores da área. Dentre esses, Acevedo Díaz et al (2002), representando o cenário internacional, realizaram uma pesquisa que compara as atitudes e crenças sobre temas em CTS com professores em exercício (n= 654) e em formação inicial (n=389), por meio do Questionário de Opiniões COCTS[4]. Esse questionário é um instrumento de investigação que tem por finalidade explorar as concepções dos respondentes sobre ciência, tecnologia e sociedade, utilizando-se de questões que são classificadas em ingênuas, plausíveis e adequadas. Nessa pesquisa, as demandas investigadas vinculavam-se com informações sobre as relações e definições a respeito da ciência e tecnologia, sua influência na sociedade, características dos cientistas, construção social do conhecimento científico e da tecnologia e natureza das ciências. De acordo com os resultados encontrados, diversas implicações sobre as demandas investigadas puderam ser extraídas, entre elas, a crença inadequada sobre as relações CTS e a falta de influência da sociedade em relação a ciência e tecnologia. Considerando esses pareceres Acevedo Díaz et al (2002), chamam a atenção para a necessidade de formação específica para o enfoque CTS na formação docente, alegando que muitos professores não conhecem suficientemente o significado de uma educação em CTS.

Com relação às pesquisas em CTS com professores, em âmbito nacional, destaca-se a pesquisa de doutoramento de Décio Auler (2002), que buscou apurar a compreensão de um grupo de professores sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade por meio de entrevistas. A síntese da análise dos dados obtidos nessa pesquisa, endossa uma tendência ao modelo de decisões tecnocráticas, à rejeição a perspectiva salvacionista da ciência e tecnologia, bem como aponta para contradições a respeito da neutralidade da ciência e tecnologia na concepção dos docentes entrevistados. Sob esse panorama, o autor sugere algumas dimensões a serem contempladas no processo de formação de professores que pode contribuir para superação das contradições sobre o enfoque CTS na educação.

Considerando as discussões elencadas até o momento se faz necessário expor o que se entende por temas e, consequentemente, por um ensino pautado nos moldes temáticos. A semântica da palavra temas pode ser definida como um assunto, tópico, objeto, teor, que se pretende desenvolver. Na área do Ensino de Ciências,

[4] COCTS – Custionario de Opiniones da Ciencia, Tecnologia y Sociedad.

consideramos o termo temática e o decorrente ensino por temas como um conjunto de tópicos, assuntos ou objetos que permitem desenvolver argumentos a partir de um contexto, ou seja, possibilita apresentar circunstâncias que envolvem um fato associando seu conhecimento do ponto de origem à sua aplicação. Porém, diante das variadas teorias ou metodologias que abarcam os pressupostos que embasam o ensino por temas, torna-se relevante esclarecer que não há a intenção de utilização de um dos enfoques teóricos ou metodológicos adotados nessa dissertação em sua sistematização integral, mas podendo adaptar-se às necessidades de um ensino pautado pela contextualização do conhecimento. Nesse sentido, optou-se para esta pesquisa, pelo uso da palavra "temática" considerando sua abrangência de significação, ou seja, "refere-se ao desenvolvimento de um assunto ou tópico que desempenha papel relevante na sociedade em que o estudo foi realizado" (SILVA, GOI, 2019 a, p. 108). No entanto, as considerações elencadas nesse trabalho poderão partir de quaisquer atividades temáticas, nomeadamente por meio de enfoques ou metodologias.

Partindo dessa concepção e considerando a importância dos pressupostos metodológicos que balizam o ensino em sala de aula, como apontados pelos documentos que regem a educação brasileira e a literatura da área, já descritos nessa dissertação, passa-se a discutir os aspectos que integram a metodologia de Resolução de Problemas nas perspectivas epistemológicas, psicológicas e pedagógicas, como um dos focos desse trabalho.

1.2 METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Nessa sessão aborda-se aspectos referentes à Metodologia de Resolução de Problemas em suas vertentes epistemológicas, psicológicas e pedagógicas. Será descrita a caracterização de problemas, suas diferenças em relação a exercícios e algumas categorizações amplamente discutidas nos referencias teóricos adotados para essa pesquisa.

1.2.1 Fundamentos Epistemológicos da Metodologia de Resolução de Problemas

A epistemologia se originou da fragmentação da Filosofia, mais especificamente da Filosofia Natural que tratava, desde períodos remotos, da investigação dos fenômenos observáveis da natureza, dando origem à ciência como a conhecemos atualmente. De forma simplificada, pode-se entender a epistemologia como o estudo do conhecimento, suas origens, fundamentos e limites (CHIBENI, 2017). Do estudo da epistemologia como método de pesquisa científica, surgem duas linhas de análise, a experimentação e a matematização. O primeiro é “concebido com vista ao esclarecimento de um dado problema, previamente configurado na tradição de investigação”, enquanto que o segundo trata da matematização dos resultados da pesquisa para o qual “os dados brutos de um experimento são pouco ou nada significativos se não forem refinados intelectualmente” (CHIBENI, 2019, p. 2).

Ainda, segundo esse autor, o aparecimento da ciência moderna que ocorreu a partir do século XVII não se resume apenas na observação e registro dos fenômenos naturais, sendo mais tarde somadas a estas atividades, as teorias. Nesse período, muitos filósofos da ciência trabalhavam incessantemente em novas investigações e desenvolvimento de teorias capazes de explicar os fenômenos observados, conferindo à ciência uma nova visão de mundo. Nesse contexto, o papel da epistemologia é entender como o homem conhece os avanços científicos, discorrendo sobre a indagação da verdade sob diferentes perspectivas que estão associadas a condições histórico-sócio-culturais (CHIBENI, 2019).

Diante disso, destacaram-se inúmeros epistemólogos, considerando cada um, proposições teóricas para o esclarecimento de fatos científicos. Frente à diversidade de filósofos da ciência que tratam da epistemologia, optou-se por discutir nessa dissertação a teoria de Larry Laudan uma vez que, esse autor reitera o expressivo valor da Metodologia de Resolução de Problemas no que tange ao desenvolvimento científico e educacional, a partir do momento que sustenta a tese de que a ciência progride a partir da solução de problemas em um contexto histórico e social.

Para Laudan (1986), os problemas são a essência do desenvolvimento científico e as teorias são seu resultado final, logo tem a incumbência de dirimir ambiguidades, proporcionando respostas satisfatórias a problemas importantes. Segundo esse autor, a ciência e cognição evoluem por meio da resolução de

problemas sociais, originando um modelo de racionalidade fundamentado no progresso científico. Dessa forma, Laudan (1986) sugere considerar, em primeiro lugar, os hábitos investigativos e não as teorias por si só, o que ele denomina de tradição de pesquisa. Para isso, o autor desenvolveu duas proposições para discutir as teorias como solução para problemas. A primeira refere-se ao princípio das teorias ofertarem respostas plausíveis a questões interessantes, enquanto que a segunda trata de avaliar os méritos da teoria quanto à adequação de sua solução a perguntas significativas, ao invés de questionar sua veracidade, validação ou comprovação epistemológica.

Esse modelo de raciocínio levou Laudan (1986) a caracterizar teorias e problemas propondo-lhes uma taxonomia. Ele sustenta a ideia de que o progresso científico ocorre por meio da resolução de problemas empíricos e conceituais. Os problemas empíricos podem ser interpretados como tudo aquilo pertencente ao mundo natural e que necessitam de explicações para a sua compreensão. Essas situações, que podem ser consideradas reais e se diferenciam de fatos, os quais são apresentados como afirmações verdadeiras sobre o mundo, e que muitas vezes, não remetem a um problema empírico por serem desconhecidos (OSTERMANN; et al., 2008).

Os problemas empíricos ou de primeira ordem, são divididos em três tipos: Problemas não resolvidos- “aqueles que não foram resolvidos adequadamente por nenhuma teoria”; Problemas resolvidos- “os empíricos que foram resolvidos adequadamente por uma teoria”; Problemas anômalos - “os empíricos que determinada teoria não resolveu mas uma, ou mais das suas concorrentes, sim” (LAUDAN, 1986, p. 26).

Os problemas conceituais, ou de ordem superior, são representados por uma teoria e podem ser classificado em internos – “surgem ao descobrir que uma teoria é instável, incerta ou que se contrapõe a si própria” (SILVA, 2017, p. 8), e externos – tem origem na divergência entre teorias ou preceitos bem alicerçados.

No contexto apresentado, é possível perceber o enfoque deste autor sobre a ciência como construção humana, sujeita a erros assentados, essencialmente, nas condições históricas. Outro ponto importante na teoria de Laudan (1986), são as anomalias, isto é, problemas reais que não foram resolvidos pela teoria em questão, mas que foram esclarecidos por teorias rivais, alternativas ou posteriores, ao passo que quando uma suposição teórica é aceita, configura-se uma revolução científica, na

qual não é imprescindível o abandono total de uma teoria. Para Laudan (1986), o progresso científico ocorre quando os problemas não resolvidos ou anômalos se tornam problemas resolvidos. No entanto, para que um problema seja considerado resolvido, não implica necessariamente na comprovação se uma teoria é falsa ou verdadeira, mas que resolva, mesmo que por tempo determinado, impasses relativos à teoria em questão.

Como exemplo das taxonomias propostas por Laudan (1986), pode-se citar a descoberta dos Modelos Atômicos pelos filósofos Leucipo e Demócrito em, aproximadamente, 400 a.C., quando sugeriram que tudo seria constituído por átomos. Naquele momento, essa teoria não pode ser confirmada pela dificuldade de comprovação experimental, permanecendo como uma hipótese durante um longo período histórico, configurando-se como um problema não-resolvido (OSTERMANN et al., 2008).

Séculos mais tarde, a ideia do átomo foi retomada por pesquisadores que poderiam comprovar ou refutar as hipóteses levantadas anteriormente, por meio de atividades experimentais e teorias pré-estabelecidas. Um desses personagem foi John Dalton que propôs as seguintes características ao átomo: formato esférico, maciço, indivisível e indestrutível; análogos em massa e propriedades, quanto átomos de um mesmo elemento químico; combinados entre átomos distintos dariam origem a compostos que rearranjados originariam uma reação química. Embora o modelo de Dalton apresentasse falhas, visto do contexto atual, ele representava uma evolução do progresso científico da época, ou seja, tratava-se de um problema resolvido. Uma das falhas do modelo de Dalton era referente a natureza elétrica da matéria, ou seja, uma anomalia dessa teoria que foi resolvida por Joseph John Thompson e posteriormente, reformulada por Rutherford (OSTERMANN et al., 2008).

Com relação aos modelos conceituais internos propostos por Laudan, pode-se citar a descoberta de Rutherford, no ano de 1904, sobre a composição de partículas positivas (prótons) no núcleo atômico e o descobrimento de partículas neutras que minimizavam a repulsão entre elétrons. No que se refere aos modelos conceituais externos, um exemplo sobre a teoria dos modelos atômicos pode ser representado por algumas observações realizadas por Bohr ao modelo de Rutherford a respeito dos espectros eletromagnéticos dos elementos (OSTERMANN et al., 2008).

As implicações desse assunto para o Ensino de Ciências são apontadas por alguns estudos (OSTERMANN et al., 2008; GURIDI; SALINAS; VILLANI, 2003; REIS;

KIOURANIS; SILVEIRA, 2017), que consideram a importância de instruir ponderando sobre a realidade científica, histórica e social na qual assentam-se os conceitos científicos. Ainda nesse contexto, os autores sugerem que o ensino e aprendizagem por meio da epistemologia propicia desmistificar a visão de que há apenas um único método de fazer ciências, das verdades absolutas cunhadas a partir da observação neutra dos fatos e da linearidade e acumulação dos conhecimentos.

Corroborando com os estudos citados, acredita-se que a teoria proposta por Laudan (1986) pode auxiliar os futuros professores e, consequentemente, seus alunos a superar os obstáculos para a compreensão das ciências e do senso comum, visto que, permite uma leitura atual do conhecimento científico o que oportuniza o entendimento das teorias específicas por meio de problematizações sobre o olhar hegemônico e positivista das ciências no contexto escolar. Além disso, a tradição de pesquisa projetada pelo autor, pode configurar-se nas salas de aula por meio da projeção de hipóteses a serem experienciadas pelos estudantes como forma de conceber o trabalho científico como uma construção humana, sujeita a erros. Nesse contexto, advoga-se que a metodologia de Resolução de Problemas se apresenta como um campo profícuo para ser explorado em currículos universitários, desde que seja pedagogicamente orientado para favorecer o estudo dos fatos científicos associados ao desenvolvimento de atitudes para a solução de situações conflitantes.

Expostos os entendimentos a respeito da utilização do enfoque epistemológico da Metodologia de Resolução de Problemas para a formação docente e Ensino Básico, passa-se a discutir outro ponto relevante que se trata do tópico psicológico.

1.2.2 Fundamentos Psicológicos da Metodologia de Resolução de Problemas.

Considera-se interessante compor essa dissertação com os argumentos da psicologia cognitiva, pois, por meio destes, talvez seja possível o entendimento de tópicos relacionados a aprendizagem humana. No contexto apresentado, elegeu-se para a composição do referencial teórico Jerome Bruner (2008), visto que, esse autor apresenta em suas obras orientações sobre o desenvolvimento cognitivo da criança por meio da solução de problemas e já foi utilizado em outras pesquisas na área de Ciências da Natureza (LEME, 2001; GOI, 2014; MENDONÇA, 2017; MEDEIROS, 2019).

Bruner (2008), distingue dois modos de ensino. Um deles é referente ao modelo expositivo, no qual o professor é o expositor e o estudante, o ouvinte. O segundo, refere-se ao modo hipotético, no qual professor e aluno atuam em posição de cooperação, partilhando informações, formulações, alternativas e avaliação dos conhecimentos que estão sendo expostos. Para o autor, o modelo hipotético caracteriza o ato de ensinar a partir do estímulo para a descoberta. Essa descoberta a que se refere Bruner (2008), trata-se da regularidade da pesquisa e expectativa de que essa pesquisa possa levar a novas descobertas. O autor salienta alguns benefícios de aprender por meio de descobertas, entre eles a “elevação do potencial intelectual, as passagens das recompensas extrínsecas para intrínsecas, o aprendizado da heurística do descobrimento e o auxílio da conservação da memória” (BRUNER, 2008, p. 89).

O desenvolvimento do potencial intelectual por meio da Resolução de Problemas ocorre quando os indivíduos encontram regularidades e relações na solução de questões mediante o ato de pesquisar. As informações extraídas das pesquisas devem ser transformadas em hipóteses. Essas hipóteses podem se converter em habilidades para a formulação de diferentes estratégias para a resolução de problemas e, com isso, obter conhecimentos plausíveis para a utilização em sua vida cotidiana. Esse processo, na concepção do autor, significa aprender como lidar com a tarefa de aprender.

Outro aspecto discutido por Bruner (2008) é referente aos motivos extrínsecos e intrínsecos, que tratam do sistema de recompensas e punições exercido pelo ambiente ao tentar ensinar uma tarefa cognitiva para alguém. Na visão do autor, o levantamento de hipóteses, como tarefa de descobrimento, possui influências na motivação do estudante e se afasta da perspectiva de “ter” que aprender determinado conteúdo. Nesse nível, há uma tendência para a motivação em termos de impulsos e reforços no qual o aprendizado ocorre em razão da produção de estímulos. Esses estímulos podem moldar o comportamento para o recebimento de recompensas extrínsecas. Ao contrário disso, o levantamento de suposições pela pesquisa tende a moldar comportamentos para o desenvolvimento de competências e habilidades controladas por estruturas cognitivas mais complexas e, nesse caso, intrínsecas ao estudante.

Quanto à heurística do conhecimento[5], Bruner (2008) argumenta sua relevância em termos da reflexão sobre os meios de ampliar a atividade de descobrir. Para o autor, essa demanda relaciona-se com a pesquisa e a investigação, embora não necessariamente, os resultados possam se configurar em uma descoberta. Tratar a resolução de problemas como uma dificuldade que estamos dispostos a resolver e converter essas dificuldades em formas com as quais saibamos lidar, pode se configurar na aprendizagem da heurística do descobrimento. Bruner (2008) salienta que a aprendizagem por meio da prática da Metodologia de Resolução de Problemas potencializa a capacidade de investigação, além de aprimorá-la.

Outro benefício da aprendizagem por descobertas, trata-se da conservação da memória. Segundo Bruner (2008), a maior dificuldade relacionada a memória humana não está no armazenamento, mas na recuperação de informações. Em seus estudos o autor aponta que a organização da informação na estrutura cognitiva depende de processos que reduzam sua complexidade aliada a técnicas autoelaboradas de mediação entre os conhecimentos já possuídos e a nova informação. Esse método facilitará o acesso para a recuperação da informação.

Esse processo parece estar relacionado com o ato de memorizar. Quando um indivíduo utiliza meios de relacionar um determinado conteúdo com informações de seu interesse, terá mais facilidade em acessar essas informações. O contrário ocorre, quando o conteúdo é ofertado pelo professor sem que o estudante estabeleça relações em sua esfera cognitiva, tratando-o apenas como algo a ser decorado. Podemos dizer que o ato de memorizar está vinculado com a obtenção de maneiras para recordar, enquanto que decorar é um procedimento mecânico que não exige relações.

Para Bruner (2008), o processo de descoberta pode ser estimulado por meio da Resolução de Problemas, mais especificamente, a partir da pesquisa e solução de situações instigantes para o sujeito, capazes de ampliar sua capacidade cognitiva e auxiliá-lo na construção do seu próprio conhecimento. O ensino por descoberta que o autor se refere diferencia-se daquele exaustivamente criticado nas décadas de 1960 e 1970, denominado de Aprendizagem por Redescoberta. Nesse modelo, os

[5] Que se refere à descoberta e serve de ideia diretriz numa pesquisa, de enunciação das condições da descoberta científica. Diz-se que um método é heurístico quando leva o aluno a descobrir aquilo que se pretende que ele aprenda: a maiêutica socrática é por excelência, um método heurístico. (Disponível em: < http://raycydio.yolasite.com/resources/dicionario_de_filosofia_japiassu.pdf>. Acesso em 08 de abril de 2019).

estudantes aprendem, por si só, conteúdos científicos a partir da observação de materiais concretos e por atividades experimentais, que são indispensáveis para levar o estudante a descoberta de novos fatos.

As principais críticas sobre o modelo de Aprendizagem por Redescoberta discorrem sobre a supervalorização do método científico, tratando seus resultados como verdades absolutas e inquestionáveis; destaque para as atividades experimentais como fator motivacional, privilegiando observações livres, que desconsideram o papel da construção de hipóteses e de um corpo coerente de conhecimento (GOI, 2014). Fatores esses que se aproximam do uso tradicional do laboratório didático, no qual se propõem atividades com o objetivo de testar fenômenos que já possuem resultados esperados e conhecidos, caracterizando-a por atividades que privilegiam apenas a tentativa e o erro. Tal modelo parece indicar uma interpretação reducionista da Aprendizagem por Descoberta proposta por Bruner.

Reitera-se, nessa dissertação, a relevância da teoria de Bruner como um ato de “aprender a aprender”, expressão utilizada por ele para justificar o desenvolvimento cognitivo por meio da descoberta. Para o pesquisador, a ação de descobrir é análoga à atividade de Resolução de Problemas – “dificuldade na qual tentamos inserir a forma de enigmas” (BRUNER, 2008, p. 101) – na medida que é necessária a elevação da consciência para relacionar pontos com o intuito de compreender e solucionar a tarefa.

Em suas pesquisas Bruner (2008) confirma a existência de etapas de desenvolvimento das crianças, perpassando pela evolução da capacidade de comunicação por meio da linguagem, entre outras que são obtidas pela interação humana, sendo as primeiras ensinadas pelos pais. A partir do domínio desses conhecimentos básicos, a evolução cognitiva do indivíduo necessita de meios que o permitam continuar a progredir, sendo atualmente, o sistema educacional um dos espaços de disseminação do conhecimento. Nesse contexto, em determinado período do desenvolvimento intelectual, há a necessidade de escolarização.

O papel do professor nesse estágio do desenvolvimento intelectual é relevante, pois obriga-nos a repensar sobre os métodos que contemplem um processo de ensino e aprendizagem que vem sendo modificado nas últimas décadas, tanto social como culturalmente. Bruner (1969) reconhece a importância do trabalho conjunto entre educadores e psicólogos, no sentido de formular teorias de aprendizagem e desenvolvimento que possam auxiliar na evolução cognitiva dos indivíduos dessa nova geração, sendo esse, segundo o autor, o objetivo da aprendizagem.

No intuito de favorecer tal perspectiva Bruner (1969), propõe algumas características relacionadas às teorias de ensino. A primeira delas trata de assinalar experiências que gerem uma pré-disposição para o aprendizado. Essas experiências podem incluir aspectos referentes a cultura, motivação, além de fatores pessoais, porém, devem sempre considerar as relações pedagógicas. É recomendado que o estudante explore alternativas, gerindo o seu grau de dificuldade ou incertezas sobre esses assuntos. Um segundo atributo proposto pelo autor enfatiza a estruturação dos conhecimentos, permitindo estabelecer meios para adequar os conteúdos à capacidade de aquisição de conhecimento pelos estudantes. Alguns critérios que possibilitam conciliar esses fatores podem ser obtidos por meio da simplificação da informação, da viabilidade de gerar novas questões, permitindo ampliar a habilidade de reestruturar seus conhecimentos.

Outra característica estabelece a otimização das sequências de apresentação dos materiais ou conteúdos, mediante a adoção de metodologias que deem suporte a construção de novos conhecimentos. O quarto atributo ocupa-se da natureza das recompensas e punições, ou seja, envolve a avaliação do progresso e das dificuldades referentes aos objetivos propostos, podendo intervir no processo de ensino e aprendizagem, porém abdicando de premiações extrínsecas em favor de recompensas intrínsecas, próprias da solução de problemas relevantes (BRUNER, 1969). Além das características relacionadas à estruturação dos conhecimentos e suas sequências de aprendizagem, outras particularidades merecem atenção. Entre elas, o modo de apresentação de uma determinada técnica ou informação atendendo aos três níveis de representação (ativa, icônica e simbólica), segundo a fase de desenvolvimento do indivíduo; as aprendizagens anteriores; a natureza do material e as diferenças individuais.

Fundamentado nos estágios de aprendizagem propostos por Piaget [1896-1980], os níveis de representação a que se refere Bruner (1969), são evidenciados por fases de aprendizagem, sendo elas: Ativa, Icônica e Simbólica. A primeira se refere às relações entre a interação com objetos e a expressão por meio da ação, sem o uso de palavras ou conceitos, etapa que corresponde a Educação Infantil (GOI, 2014). A Representação Icônica, segunda fase de aprendizagem, baseia-se no desenvolvimento da memória visual, no qual a criança estabelece relações entre objetos reais e figuras que os representem, como por exemplo livros ilustrados. Nessa

etapa a criança é capaz de compreender ícones, mas há dependência da memória visual, concreta e específica (MARQUES, 2001).

A Representação Simbólica se refere a fase mais elaborada do entendimento da realidade, pois o adolescente é capaz de compreender e representar símbolos, de expressar formalmente experiências complexas e operar com proposições hipotéticas e lógicas que constituem o pensamento abstrato (GOI, 2014). Dessa forma, o autor considera que é possível ensinar qualquer assunto com eficiência a qualquer indivíduo, independente da sua fase de aprendizagem, tendo em conta os níveis de representação.

Outra característica da teoria proposta por Bruner (1969) se refere à estrutura curricular. O autor defende que os conteúdos escolares devem ser trabalhados de forma espiralada, considerando sua construção em torno de temas gerais, princípios e valores sociais. Nesse contexto, parte-se da apresentação de um tema e seus conceitos centrais aumentando a complexidade do estudo, por meio do acréscimo de novas informações e estratégias de ensino investigativas. Bruner (1969), defende que o currículo em espiral permite a retomada de conceitos, dos mais simples aos mais complexos, proporcionando ao estudante realizar essa trajetória diversas vezes até se sentirem seguros em relação a sua aprendizagem (GOI, 2014).

Considerando as ideias propostas por Bruner (1969), os Problemas Temáticos podem adequar-se a essa estrutura de ensino, uma vez que, parte-se de temáticas gerais, adentrando em suas especificações por meio de situações-problema que permitam a exploração do assunto em estudo. Dessa maneira, torna-se viável que o professor instigue seus estudantes a ampliar seu interesse pela matéria a partir de estratégias desafiadoras que os permitam elaborar hipóteses e investigar sua adequação sobre determinado assunto, com o intuito de promover avanços cognitivos. Além disso, as temáticas selecionadas pelo professor podem considerar assuntos relevantes socialmente, permitindo a retomada e o avanço de conceitos necessários ao entendimento do tema, tantas vezes quantas forem necessárias para que o educando construa inteiramente a formulação sistemática desses conceitos, como apontava Bruner (1966, p. 48) ao discutir que [...] “um currículo deverá, consequentemente, ser construído em torno dos grandes temas, princípios e valores que uma sociedade considera merecedores da preocupação contínua de seus membros”.

Diante das considerações expostas até o momento, é interessante considerar as atribuições delegadas aos professores na elaboração de materiais, bem como, na execução de aulas que privilegiem a aquisição de novos conhecimentos pautados em aspectos referentes a constituição da aprendizagem e do desenvolvimento científico, abordado no segundo capítulo dessa dissertação. Considerando esses argumentos, passamos a discutir os aspectos pedagógicos da Resolução de Problemas. Tópico que baliza a abordagem direta em sala de aula.

1.2.3 Fundamentos Pedagógicos da Metodologia de Resolução de Problemas.

Neste tópico será discutida a Metodologia de Resolução de Problemas em sua vertente pedagógica, incluindo aspectos históricos do surgimento deste método, bem como dos documentos que fundamentam os aspectos educacionais no Brasil, que perpassam pela influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey. Posteriormente, é descrita a importância dessa metodologia para o Ensino de Ciências/ Química, bem como a definição de problemas, suas diferenças em relação a exercícios e a classificação das situações-problemas segundo o referencial teórico adotado nessa pesquisa.

1.2.3.1 Histórico e aplicações da Metodologia de Resolução de Problemas.

Inicia-se esse tópico perpassando pela origem da Metodologia de Resolução de Problemas, bem como pelo histórico da implementação da educação no Brasil, com o intuito de tentar justificar o presente método como uma proposta de ensino que contempla os primeiros princípios defendidos para uma educação emancipadora que se mantém atual até o presente momento.

A Resolução de Problemas como metodologia de ensino, originou-se do método *Problem-Based Learning* (PBL), cuja tradução para a língua portuguesa é Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Esse método foi instaurado inicialmente nos cursos de Ciências Médicas, na década de 1960 tendo como pioneira a universidade de McMaster, no Canadá. Sua utilização inicial propunha tutoriais, conferências e leituras em um processo de ensino e aprendizagem centrado no estudante, tanto em nível de graduação como proposta de formação continuada para os profissionais da saúde (MUNHOZ, 2015).

A progressão e aperfeiçoamento desse método de ensino, apresentado pelo estudo intitulado *Case Western Reserve University Medical School*, em 1980, foi definido como um processo ortodoxo, percebido como um recurso para a descrição dos resultados, procedimentos e protocolos médicos (GOI; ELLENSOHN, 2018). Mais tarde, em 1984, a Escola de Medicina de Harvard priorizou sua proposta curricular balizada pela Aprendizagem Baseada em Problemas em programas para estudantes de medicina e professores.

Posteriormente, essa metodologia deixou de ser exclusiva da classe médica, passando a ter impacto em diversas áreas do conhecimento, dentre elas no meio educacional. O reconhecimento das potencialidades da Aprendizagem Baseada em Problemas nos processos de ensino e de aprendizagem originou outras organizações metodológicas, entre elas a Resolução de Problemas.

A Metodologia de Resolução de Problemas possui diferentes perspectivas, dependendo da área de aplicabilidade. Na esfera jurídica, por exemplo, trata-se de um método de pesquisa que objetiva desenvolver o raciocínio crítico, expressando-o por meio da argumentação (DENARDI; FILHO, 1991); Na administração, refere-se à resolução de problemas empresariais e a elaboração de planos de ação, sendo uma das ferramentas utilizadas nesse processo denominada de 5W2H, que visa a organização das estratégias que serão implementadas no projeto. Na Psicologia, pode ser entendida como um processo mental de construção do conhecimento (TAVARES, 1992); na esfera educacional, ocupa-se da apresentação de um ensino investigativo, contextualizado e reflexivo (POZO, 1998).

No âmbito educativo, a Metodologia de Resolução de Problemas vem sendo utilizada nas mais diversas disciplinas, porém a Matemática foi uma das primeiras áreas do conhecimento a empregar esse método pedagógico. Segundo Echeverría (1998), na Matemática, o objetivo de solucionar problemas está atrelado ao desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, sendo que:

> A matemática é o idioma das ciências e da tecnologia. Nesse sentido, aprender a resolver problemas matemáticos e analisar como os especialistas e os não especialistas resolvem esse tipo de tarefas pode contribuir para o aumento do conhecimento científico e tecnológico de maneira geral. Ao mesmo tempo, a matemática constitui um poderoso auxiliar para a solução de problemas de caráter científico (ECHEVERRÍA, p. 45, 1998).

Echeverría (1998), destaca que a Resolução de Problemas em Matemática considera diversas habilidades que podem ser transpostas para outras áreas do conhecimento, permitindo o avanço dos mais variados campos científicos e tecnológicos, bem como, a resolução mais eficiente de tarefas cotidianas. Para Goi e Ellensohn (2018), o precursor da Resolução de Problemas no campo do Ensino de Matemática foi George Polya (1995), a partir da publicação do seu livro *How to Solve it*. Polya (1995), enfatiza quatro etapas do trabalho com a resolução de problemas matemáticos, sendo elas: 1) compreensão do problema; 2) estabelecimento de um plano; 3) execução do plano e, 4) averiguação das soluções obtidas.

Apoiada na obra de Polya, a pesquisadora brasileira, doutora Lourdes de La Rosa Onuchic, descreve em seu livro Resolução de Problemas: Teoria e Prática (ONUCHIC, et. al., 2014), procedimentos para solução de problemas. A sistematização proposta versa sobre a distribuição das estratégias em três blocos de trabalho, sendo o primeiro composto pela pesquisa do: a) fenômeno de interesse; b) busca do modelo preliminar; c) relações com ideias distintas, d) elaboração do modelo modificado, e) perguntas ou conjecturas. O segundo bloco trata da seleção de estratégias e procedimentos da pesquisa (f, g) e, o terceiro e último bloco é referente a: h) coleta de evidências; i) interpretação das evidências; j) relato dos resultados e, k) antecipação das ações de outros.

Como é possível perceber, na disciplina de Matemática existem diversos pesquisadores trabalhando com a Metodologia de Resolução de Problemas, porém em outras áreas do conhecimento essa ênfase na pesquisa metodológica com Resolução de Problemas não é tão acentuada. No Ensino de Ciências, encontram-se alguns trabalhos referenciando a Metodologia de Resolução de Problemas, no entanto, em sua grande maioria, são trabalhos assinados por autores estrangeiros, tais como Pozo (1998); Lopes (1994); Chi (1992); etc. Especificamente no Ensino de Química esse número se reduz bastante, contudo, algumas pesquisas que tratam dessa disciplina apontam para resultados atrelados ao desenvolvimento de habilidades e competências investigativas, aumento do senso crítico e da criatividade, autonomia nos processos de aprendizagem, motivação para iniciação na pesquisa, dentre outros (LOPES, 1994; GOI, 2014; ZAPPE, SAUERWEIN, 2014; JUNIOR, NETO, 2015).

A partir desta breve explanação sobre a origem da Metodologia de Resolução de Problemas em âmbito mundial e nacional, torna-se relevante destacar alguns

pontos atrelados a perspectiva histórica da educação nacional que balizam o trabalho com problemas. Tópico esse, que será descrito a seguir.

1.2.3.2 *Perspectiva Histórica da Educação Brasileira*

Considera-se relevante incorporar o item da perspectiva histórica brasileira nessa dissertação por estar relacionada com um dos pontos que norteiam o trabalho de Resolução de Problemas. As atividades educacionais no Brasil começaram a ser pensadas mais intensamente em meados da década de 1930, a partir do Movimento Escola Nova, cujo modelo embasou-se nos atributos defendidos pelo filósofo americano John Dewey, um dos idealizadores dos processos ligados a formas de ensino problematizadoras.

John Dewey graduou-se pela Universidade de Vermont e, após lecionar por alguns anos na Pensilvânia decidiu dar continuidade a seus estudos em Filosofia na Universidade de John Hopkins, Estados Unidos. Apoiado pelos estudos de Charles Sanders Peirce e Willian James sobre a filosofia de Kant, Dewey integrava a corrente filosófica denominada Pragmatismo. De acordo com Rodrigues (2008, p. 199), Peirce atribuía ao pragmatismo a relação entre o teor racional, o significado prático e a intenção. Em suas palavras “a significação conceitual de um termo abstrato está naquilo que ele intenciona dizer que acontecerá na prática. Se as coisas resultarem na prática, tal como dito no conceito, o conceito será verdadeiro”.

Dewey dedicou suas pesquisas a diversas áreas do conhecimento, entre elas às Artes, Religião, Moral, Teoria do Conhecimento, Psicologia, Política e, em especial à Filosofia e Pedagogia. Amparado pelo pragmatismo, Dewey inicia o desenvolvimento de uma nova filosofia que defendia uma educação democrática, voltada para as causas sociais. Ficou conhecido por seus princípios pautados em uma tendência pedagógica progressista, valorizando o ensino humanista em contraposição a educação tradicional. Essa visão progressista se encontrava inspirada nos fundamentos da Escola Ativa, do Método Científico, de um ensino integrado e integrador dos conteúdos, dos ciclos de estudo e das diferentes áreas envolvidas, em que os alunos aprendem a aprender e se preparam para resolver problemas (BERBEL, 1998).

A proposta educativa de Dewey [1859-1952] sinalizava para a aprendizagem a partir da realização de tarefas associadas aos conteúdos trabalhados. Tais atividades

têm a intenção de gerar dúvidas por meio da apresentação de situações conflitantes, que incitem a prática e o estímulo de processos mentais, visando desenvolver no estudante a capacidade de assumir responsabilidades por sua própria formação, tornando-os autônomos em suas decisões. Além disso, o autor argumenta sobre a importância do estímulo à cooperação. Para ele o conhecimento se constrói a partir de discussões coletivas, ao compartilhar experiências, pois a comunicação e troca de ideias sobre situações cotidianas favorece o desenvolvimento do pensamento crítico do estudante (PEREIRA, et. al, 2009).

Nesse contexto, o filósofo admite a impossibilidade de tratar o educando como alguém que não possui nenhum conhecimento anterior e destaca que cabe ao professor a tarefa de orientá-lo utilizando atividades vinculadas ao seu interesse e ao meio em que ele está inserido, pois o aprendizado se torna relevante quando adquirido considerando as vivências anteriores (WESTBROOK, 2010).

Corroborando com o exposto, apresenta-se a concepção de experiência proposta por Dewey, como sendo algo que não se limita ao conhecimento acumulado ou atual, mas a interação que ocorre em processos naturais entre o ser e o ambiente, modificando-os (TEIXEIRA, 2018). Segundo defendia o filósofo, na educação, a experiência pode ser adquirida por meio da orientação e estímulo dado ao estudante pelo professor e não apenas por atividades espontâneas. Para o autor a educação é um processo contínuo de reconstrução e reorganização da experiência, podendo ser considerada educativa ou não (SANTOS, 2011).

A experiência educativa deverá permitir o aumento da qualidade das interações no ambiente, fornecendo base para interações futuras e mais complexas, segundo ele:

> [...] a experiência, para ser educativa, deve conduzir a um mundo expansivo de matérias de estudo, constituídas por fatos ou informações, e de ideias. Esta condição somente é satisfeita quando o educador considera o ensino e a aprendizagem como um processo contínuo de reconstrução da experiência (DEWEY, 1958, p. 118).

Nesse contexto, Dewey ponderava que a ciência e seus materiais de estudo são organizados para minimizar o esforço intelectual e considerava seus diferentes entendimentos para cientistas e professores: Para o cientista as teorias científicas representariam um corpo de conhecimento utilizado para solucionar problemas e desenvolver novas pesquisas, não tendo relação com a educação. Já para o

professor, as teorias da ciência seriam uma representação do desenvolvimento da experiência utilizada para solucionar problemas cotidianos (SANTOS, 2011).

Dewey também apontava que uma das dificuldades do aprendizado é decorrente da apresentação das matérias científicas para os estudantes com a visão do especialista, modificadas superficialmente com a intensão de eliminar dificuldades de natureza científica (SANTOS, 2011).

As ideias de Dewey [1859-1952] ganharam espaço no campo da teoria socioeducativa, por meio do Movimento Escola Nova, cujo objetivo era se opor a práticas de ensino tradicionais. O movimento foi implementado primeiramente em instituições privadas da Inglaterra, França, Suíça, Polônia, sendo expandido a outros países após 1880. As ideias do movimento disseminaram-se mundialmente, chegando ao Brasil em meados de 1930 por intermédio de Anísio Teixeira.

As mudanças no sistema educacional no Brasil embasaram-se no Movimento Escola Nova, disseminado por John Dewey e difundido por Anísio Teixeira que ao retornar dos Estados Unidos, onde cursou Ciências da Educação, aproximou-se da teoria de Dewey, tendo a oportunidade de ser aluno do próprio. Anísio Teixeira, idealizador das mudanças educacionais brasileiras, tinha como objetivo a formação de pessoas com a capacidade de resolver problemas e, nesse caso, seria necessário um sistema de ensino que educasse e não apenas instruísse (GOI; ELLENSOHN, 2018).

De acordo com Pardim e Souza (2012), o movimento Escola Nova propunha quatro pontos básicos para se estabelecer uma educação centrada no desenvolvimento da capacidade de raciocínio crítico do estudante. Esses propósitos vinham ao encontro de: i) uma revisão crítica dos métodos tradicionais de ensino; ii) inclusão de fatores históricos e culturais da vida social na formação educacional; iii) utilização dos conhecimentos precedentes da Biologia e Psicologia como meio de estabelecer os estágios de maturação do indivíduo e, iv) a transferência da responsabilidade da ação educadora da família e da igreja para a escola, como forma de minimizar as diferenças sociais.

Baseados nesses princípios, os representantes brasileiros Afrânio Peixoto, Lourenço Filho, Anísio Teixeira e Fernando de Azevedo propuseram implementar suas ideias para a nova política educacional no Brasil após a revolução de 1928, porém se depararam com a igreja Católica que era contrária às propostas desse movimento. Alguns anos mais tarde, em 1932, surge a “proposta de um projeto geral

de educação, singular, obrigatório, que favorece diversas classes sociais, intitulado “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova” (GOI; ELLENSOHN, 2018, p. 16-17). O objetivo desse novo projeto era promover uma reforma educacional considerando as transformações sociais, políticas e econômicas daquele período histórico.

Em 1934, uma nova Constituição Federal entra em vigor e prevê o direito de educação para todos, sendo o Estado responsável por essa implementação. Nesse mesmo período é executada uma reforma da Educação Básica e Superior, na qual começa-se a implementar as Bases da Educação Nacional. Em 1953, cria-se o Ministério da Educação (MEC). Em 1959, Fernando de Azevedo formula o documento denominado “Manifesto dos Professores”, no qual reafirmava os princípios que embasaram o Movimento Escola Nova, o aspecto social da educação, os deveres do Estado e o direito da escola para todos (SANTOS; PRESTES; VALE, 2006).

Em 1961, cria-se a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), dando autonomia a órgãos estaduais e municipais, diminuindo a centralização do MEC. Uma década mais tarde, formula-se a lei orgânica e geral da educação, regulamentando a LDB no atual sistema educacional brasileiro. Foi nesse período que o ensino dos sete aos quatorze anos de idade se tornou obrigatório (BRASIL, 1997).

Em 1988, após a Reforma da Constituição Federal, passa-se a considerar a educação como um direito fundamental e condição essencial para uma vida digna, reflexo do Estado Democrático de Direito que impunha, naquele momento, o respeito aos direitos individuais, bem como a realização dos direitos sociais da população. Nesse período, começa-se a pensar em novas perspectivas para as teorias curriculares, de forma a contemplar um ensino voltado para as questões cidadãs.

Em 1996, surgiu a nova LDB, instaurada pela Lei n° 9.394/96, que traz como principais alterações da legislação anterior, a inclusão da Educação Infantil, o direito à adequada formação para os profissionais da educação e a indicação para a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (GOI; ELLENSOHN, 2018). Os PCN, regulamentados em 1997, têm como função orientar os docentes sobre a utilização de novas metodologias de ensino, além de divulgar os princípios estabelecidos para a educação brasileira.

Segundo Brasil (2000), a finalidade desse documento é traçar um novo perfil para o currículo, a partir da orientação de professores sobre o significado do conhecimento escolar contextualizado e interdisciplinar, o incentivo ao desenvolvimento do raciocínio e a capacidade de aprender. Nesse contexto, os

objetivos gerais destacados para as disciplinas que compõem o currículo podem ser especificados da seguinte forma:

> A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação, [...] a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização (BRASIL, 2000, p. 5).

Outro documento complementar aos PCN's, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, são regulamentados no ano de 2006 e propõem um ensino escolar que desenvolva a inclusão e a democratização da educação, com objetivo de consolidar a cidadania como tarefa comum a todos (BRASIL, 2006).

Já no ano de 2017, estabelece-se a Base Nacional Comum Curricular- BNCC, primeiramente para a Educação Fundamental e em 2018, para o Ensino Médio. Brasil (2018) enfatiza a capacitação para a promoção de habilidades e competências que devem ser desenvolvidas a partir do domínio de conteúdos básicos. No entanto, a BNCC não específica esses conteúdos em termos conceituais, mas sim, por meio de temáticas que podem ser contempladas em cada uma das disciplinas integrantes do currículo, articuladas a aptidões e conhecimentos necessários para interagir sobre as mesmas.

Na perspectiva histórica apresentada brevemente, é possível perceber que a idealização da Educação Básica passou por diversas instâncias e momentos que a cunharam para o patamar atual. Desde a idealização do Movimento Escola Nova, proposto por Dewey, projeta-se uma educação pautada na centralização do estudante por meio de situações presenciais em contextos conhecidos. Da mesma forma, o processo de construção curricular passa a demandar a integração entre ferramentas metodológicas e a busca pelo domínio de teorias e procedimentos disponíveis para dar respostas a situações diversas.

Tais projeções levam-nos a aproximar a Metodologia de Resolução de Problemas a uma ferramenta metodológica capaz de abarcar os pressupostos da Educação, a medida que pressupõem promover a aprendizagem por meio da compreensão de procedimentos científicos e da natureza das ciências, utilizando-os para formular e resolver situações conflitantes presentes no cotidiano dos estudantes.

No entanto, faz-se necessário entender os princípios desta estratégia metodológica para o Ensino de Ciências/ Química, item que será apresentado a seguir.

1.2.3.3 Importância da Resolução de Problemas no Ensino de Ciências/ Química

O processo histórico da educação nacional, bem como a ascensão dos documentos normativos educacionais no país, em um determinado momento, passa a conceber o ambiente escolar como o espaço ideal para a formação de pessoas capazes de enfrentar os desafios da realidade. Dessa forma, sugere-se a participação ativa e construtiva da sociedade, pontos anteriormente discutidos pelo Movimento Escola Nova e pela teoria de Dewey, que sinalizavam a promoção da aprendizagem por intermédio de problemas ou situações que procuravam, de uma forma intencional, gerar dúvidas ou perturbações intelectuais (PEREIRA et al., 2009).

No entanto, atualmente o que se vê é uma crise na educação científica em razão de sua deterioração que em boa parte se traduz pela suposta queda dos níveis de aprendizagem dos alunos, bem como de uma desorientação dos professores diante das demandas educacionais que precisam ser enfrentadas. No contexto apresentado, algumas esferas sociais e políticas admitem um retorno aos formatos tradicionais da educação científica como reflexo da ameaça associada às mudanças curriculares orientadas pelo construtivismo e descritas anteriormente.

Diante das complexas dificuldades no âmbito educacional, se reconhece a intenção de recorrer a formatos de ensino amplamente utilizados que, de certa forma, cumpriram sua função. Todavia, um dos problemas dessa defesa de retorno ao tradicional é que muito pouco se avançou em relação a esse modelo de ensino, para podermos voltar atrás. Nesse sentido, argumenta-se que o currículo de ciências praticamente não mudou, enquanto que a sociedade e as demandas formativas estudantis são outras (POZO; CRESPO, 2009).

Corroborando com os argumentos desenvolvidos nesse sentido, Brasil (2002) salienta que a tradicional divisão técnica ou pré-universitária dos estudos que compõem a etapa final do Ensino Básico não é mais aceitável nos dias atuais, justamente por deixar para estudos subsequentes a amplitude cultural ou seu sentido prático. No sentido oposto, a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas em sala de aula pode contribuir para um ensino e aprendizagem completo, no qual o

estudante participa das necessidades coletivas, atuando e interagindo sobre elas (SILVA; GOI, 2019 b).

De maneira semelhante à exposta por Laudan (1986), concordamos que a ciência se desenvolveu a partir da solução de problemas e que, o ensino, principalmente da área das ciências, também pode ser sistematizado deste mesmo modo, uma vez que é relevante preparar os educandos para a busca de novos conhecimentos cada vez mais necessários na sociedade contemporânea. De acordo com essa perspectiva, o Ensino de Ciências/Química nas escolas pode pautar-se no processo de democratização científica, tecnológica, cultural, política e econômica, visando uma efetiva aprendizagem, para a qual admite-se que sejam estudados conteúdos relevantes para o cotidiano dos estudantes, procurando ajudá-los na identificação de problemas atuais e demandando um caráter interdisciplinar as disciplinas e conteúdos (KONDER, 1998).

Designíos semelhantes são estabelecidos como objetivos para o Ensino de Ciências de Natureza segundo a BNCC:

> A sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico. Da metalurgia, que produziu ferramentas e armas, passando por máquinas e motores automatizados, até os atuais *chips* semicondutores, ciência e tecnologia vêm se desenvolvendo de forma integrada com os modos de vida que as diversas sociedades humanas organizaram ao longo da história. No entanto, o mesmo desenvolvimento científico e tecnológico que resulta em novos ou melhores produtos e serviços também pode promover desequilíbrios na natureza e na sociedade. Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos. Isso por si só já justifica, na educação formal, a presença da área de Ciências da Natureza, e de seu compromisso com a formação integral dos alunos (BRASIL, 2018, p. 320).

Já em 1998 Pozo (p. 87), argumentava que “uma das justificativas para a inclusão das ciências no currículo seria proporcionar aos alunos uma cultura científica que lhes permitam compreender os avanços do conhecimento científico e tecnológico para a vida social do cidadão”. Para que essa meta seja alcançada é necessário que a escola ofereça condições para essa aprendizagem, valorizando aspectos sociais que viabilizem a introdução de conceitos curriculares. Pozo (1998, p. 69) justifica que “se pretendemos que os estudantes usem os seus conhecimentos para resolver problemas, é necessário ensinar-lhes ciências resolvendo problemas”.

A orientação curricular embasada na solução de problemas traz como pressuposto o planejamento de situações que levem os estudantes a buscarem estratégias adequadas para responderem a problemas escolares e cotidianos, por meio do aperfeiçoamento de procedimentos pela busca e utilização de novos conhecimentos que propiciem solucionar estes desafios. O trabalho metodológico a partir da solução de problemas também reforça o caráter cooperativo entre os entes envolvidos no processo educativo, levando a alterações na forma e concepção de trabalho.

Onuchic (1999), destaca que uma das mudanças ocorridas em sala de aula é reflexo da atividade de investigação. Sobre os professores, a autora reafirma a conduta de pesquisar ao escolher ou criar problemas adequados à construção de novos conhecimentos sobre determinado tópico ou série; ao selecionar estratégias adequadas a solução destes problemas; ao planejar as questões que conduziram os estudantes na análise dos resultados e sobre o consenso sobre as soluções obtidas; ao preparar e conduzir suas aulas a partir do novo conhecimento obtido pela solução do problema proposto.

Para Lopes (1994), as capacidades envolvidas na solução de problemas decorrem das dificuldades sentidas pelos estudantes ao resolver um problema e envolvem variáveis que podem ser de cunho pessoal e relacionadas às tarefas propostas. As variáveis pessoais incluem a capacidade de identificar e formular problemas e a facilidade ou não para resolvê-los; a capacidade de memória de trabalho; a organização do conhecimento; habilidades para transformar e processar os dados em diversas direções; habilidade para separar as informações relevantes das irrelevantes; a concepção dos estudantes sobre aspectos científicos fundamentais; a linguagem; motivação; persistência; aptidão para o trabalho em grupo, entre outras que estão relacionadas à estrutura cognitiva do estudante.

Tais capacidades são desenvolvidas por meio das características dos problemas propostos e envolvem tarefas que podem diferir quanto ao número e complexidade das variáveis necessárias para a manipulação da questão; quanto ao contexto apresentado na tarefa; ao número de soluções que o problema pode ter; a explicitação da formulação; ao processo de resolução; ao tipo de abordagem dada às questões a serem resolvidas; a representação do problema; a linguagem; a exploração das concepções dos estudantes; ao modo de colocar as questões; a formulação de hipóteses e ao controle de variáveis (LOPES, 1994).

As características relacionadas à elaboração e implementação dos problemas em sala de aula são consequência do conhecimento do professor em relação a esta metodologia e aos objetivos que deseja atingir. Para Onuchic (2008), os problemas devem ser escolhidos ou elaborados com cuidado pelos professores, no entanto devem ser desconhecidos aos estudantes ao mesmo tempo que, preferencialmente, devem estar de acordo com o contexto em que os educandos estão inseridos. A autora considera que embora os problemas devam ser desconhecidos é necessário tomar cuidado para não torná-los desinteressantes. Ao contrário disso, é apropriado o envolvimento dos estudantes na execução das tarefas por meio de questões desafiadoras que os estimulem na resolução e assim, promovam a geração de novos conhecimentos. Dessa forma, o próximo tópico dessa dissertação abordará o que pode ser entendido por problema.

1.2.3.3.1 Definição de Problema

Pozo (1998, p. 15), define problema como “uma situação que um indivíduo ou grupo quer ou precisa resolver e para o qual não dispõe de um caminho rápido e direto que o leve à solução”. Para Lopes (1994, p. 24) problemas podem ser considerados como “algo em que não se conhece a resposta nem se sabe se existe - possuem vários níveis de complexidade - podem possuir modelos diversos no formato tradicional de papel e lápis”.

Soares e Pinto (2011, p. 2), discutem que para uma situação problema seja considerada como tal, “deverá implicar em um processo de reflexão, de tomada de decisões quanto ao caminho a ser utilizado para sua resolução, onde automatismos não permitam a sua solução imediatamente”. Onuchic et al. (2014, p. 44), descreve problemas como situações com “potencial de proporcionar desafios intelectuais”.

Berbel (1998), destaca que os principais atributos desta metodologia são a ênfase no estudante a partir do ato de ensinar e aprender, a interação entre disciplinas, a fundamentação temática e interdisciplinar e o estímulo dos conhecimentos prévios por parte dos estudantes (SILVA; GOI, 2019 b). Para Munhoz (2015), a Metodologia de Resolução de Problemas se caracteriza como um projeto de aperfeiçoamento curricular que engloba um conjunto de técnicas e atividades, que proporcionam aos estudantes participações ativas por meio de propostas cooperativas.

Pozo (1998, p. 9) argumenta que a “solução de problemas baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento” e conclui que “ensinar os alunos a resolver problemas supõe dotá-los da capacidade de aprender a aprender” (POZO, 1998, p. 9). Cabe destacar, que esse aprender a aprender nada tem a ver com o ensino por redescoberta exaustivamente criticado a partir das décadas de 1960 e 1970 até os dias atuais, mas sinaliza para a promoção de conhecimentos já construídos pelos estudantes e para o Ensino por Pesquisa, como indicam Praia (2012) e Bruner (2008).

Diante das caracterizações do que vem a ser um problema, considera-se importante conhecer os conceitos propostos pela literatura diferenciando problemas e exercícios, visto que, muitas vezes essas palavras são tratadas como sinônimos por profissionais da educação quando fazem uso dessa metodologia.

1.2.3.3.2 Problemas *versus* Exercícios

Pozo (1998, p. 16) descreve que “um problema se diferencia de um exercício na medida em que, neste último caso, dispomos e utilizamos mecanismos que nos levam, de forma imediata, à solução”. De acordo com D’Amore (2007) os problemas priorizam os processos que desenvolvem no indivíduo um papel ativo, enquanto que os exercícios tornam o sujeito um executor de tarefas, visto que privilegiam os resultados. Nessa perspectiva, os problemas são instrumentos de produção e construção de conhecimento enquanto que os exercícios são utilizados na verificação e consolidação de conhecimentos e habilidades.

Corroborando com o exposto Silva e Goi (2019a, p. 6 – 7), descrevem que “problemas se referem a situações estimulantes que demandam criatividade, originalidade, reflexão e tomada de decisões, habilidades estas, que permitem ao aluno construir conhecimento” e complementam que “exercícios são atividades de treinamento relacionados a conhecimentos já adquiridos que tratam da aplicação de resultados teóricos anteriormente memorizados”. Diante das considerações, é possível inferir que um problema se caracteriza como uma situação na qual o sujeito é desafiado a resolver, embora não possua de imediato, um caminho rápido que lhe leve a solução, sendo necessário tempo e pesquisa para desenvolver os processos cognitivos e habilidades que o permitiram solucionar a questão problema.

De acordo com as características atribuídas a problemas e exercícios, é importante salientar que o que representa um problema para alguém pode não representar para outro. Gazire (1988), destaca algumas características que devem ser consideradas pelo respondente que pode lhe atribuir o *status* de problema: a) situação complexa que não apresenta uma solução imediata, explicita e compreensível; b) sua solução se concluirá mediante investigações, coleta de informações e reflexões; c) exige uma postura ativa do resolvedor.

Além dessas particularidades Silva e Goi (2019b), evidenciam a distinção entre problemas e exercícios por meio do enunciado de tais tarefas, uma vez que nos exercícios encontram-se todos os dados para sua solução, sendo necessário apenas o uso de equações, conceitos ou regras que o levará a uma única conclusão, que geralmente pode ser aplicada em atividades semelhantes. Outras particularidades apontadas na literatura indicam que nos exercícios não há busca por novos procedimentos, tampouco a necessidade de elaboração de estratégias, apenas a utilização de procedimentos diretos e determinados, enquanto que um problema traz em seu enunciado situações sugestivas e desafiadoras, sendo necessária a realização de pesquisas e uma maior reflexão para resolvê-lo. Além disso, o problema pode contemplar diferentes meios para se chegar a solução e mais de uma resposta possível, levando o indivíduo a estabelecer um aspecto dinâmico na demanda por soluções.

Partindo das definições elencadas por diversos pesquisadores para problemas e sua distinção em relação aos exercícios, destaca-se algumas classificações para problemas.

1.2.3.3.3 Classificação dos Problemas

A Metodologia de Resolução de Problemas é utilizada em diversas áreas do conhecimento, portanto recebe diferentes classificações dependendo do campo de atuação e dos autores que a utilizam. Nesse contexto, é interessante que o professor tenha ciência dos tipos de problemas apresentados na literatura no âmbito educacional, posto que, conforme o problema utilizado pode-se obter distintos resultados. O Quadro 2, apresenta algumas dessas classificações:

Quadro 2: Algumas Classificações para problemas

Classificações para problemas			
Classificação	**Descrição**		**Autor**
Indutivo	Depende do tipo de raciocínio realizado pelo estudante. Ex: Demonstrar uma fórmula matemática.		Echeverría; Pozo (1998)
Dedutivo	Depende do tipo de raciocínio realizado pelo estudante. Ex: estabelecer regularidades comportamentais de objetos relacionados a solubilidades em função da polaridade.		
Aberto	Admitem inúmeras soluções, sendo, muitas vezes, o próprio educando responsável por toda sua resolução, desde a formulação, interpretação, elaboração de hipóteses, realização de registros, análise dos resultados e conclusões		Echeverría; Pozo (1998)
Fechado	Se direcionam para uma solução única, assemelhando-se a exercícios.		
Semiaberto	Caracterizam-se por apresentar em seu enunciado elementos necessários à sua definição, porém restringindo-se as situações que permitem ao estudante se concentrar na tarefa prevista, ao mesmo tempo que, desenvolvem a interpretação necessária à sua resolução.		
Definidos	Apresentam fácil identificação e solução, assemelhando a exercícios, pois nessa categorização os estudantes sabem todos os passos a seguir para sua efetiva solução.		Pozo; Crespo (1998)
Indefinidos	Aqueles cujas etapas a serem seguidas são menos explícitas e específicas. Podem existir variadas resoluções		
Teórico	Consideram apenas soluções conceituais, sem envolver nenhum tipo de atividade prática.		Pozo; Crespo (1998)
Experimental	Envolvem questões cujas resoluções são exclusivamente experimentais ou práticas		
Teórico x Experimental	Envolvem atividades conceituais e práticas concomitantemente.		
Escolares	*Qualitativos*	Limitam sua resolução a deduções teóricas, sem necessidade de manipulação experimental ou uso de algoritmos matemáticos	Pozo; Crespo (1998)
	Quantitativos	São alicerçados em operações matemáticas, por meio do uso de dados numéricos, fórmulas e equações	
	Pequenas Pesquisas	Implicam na execução de uma atividade prática, experimental ou não, recorrendo a métodos teóricos ou numéricos para sua conclusão	
Científicos	Possuem metodologias inerentes à sua resolução, contemplando fases de execução que versam sobre observação, formulação de suposições, planejamento e realização experimental e comparação das hipóteses frente aos dados obtidos.		Pozo; Crespo (1998)
Cotidianos	São situações do dia a dia que precisam de uma solução prática, sendo, muitas vezes essa solução elucidada por meio da ação.		

Fonte: autor

Além das categorias para problemas propostas por Pozo (1998), Watts (1991, apud LOPES, 1994, p. 34), apresenta a classificação dos problemas segundo as dicotomias: Aberto-fechado, formal-informal, curricular-não curricular, livre-orientado, dado-apropriado, reais-artificiais, elaborados e organizados conforme o Quadro 3.

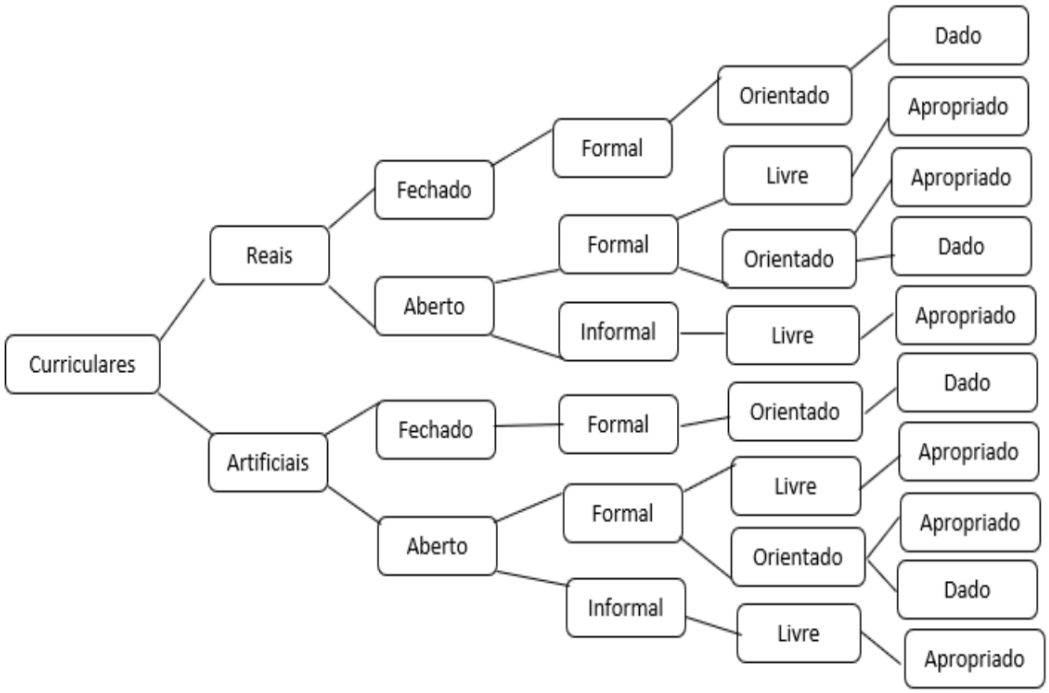
Quadro 3: Grupos dicotômicos apresentados por Watts (1991, apud Lopes, 1994, p.32-33).

Aberto/fechado: Um problema aberto permite ao resolvedor chegar a várias soluções. Um problema fechado só permite uma solução.
Formal/informal: Um problema formal foi previamente pensado e normalmente é apresentado com uma formulação desejada. Um problema informal não tem uma formulação escrita, é pouco claro e surgem de contextos de discussões.
Curricular/não-curricular: Os problemas curriculares são aqueles oriundos dos conteúdos da escola ou de tarefas escolares. Os não curriculares são aqueles que não necessitam de conteúdos estabelecidos pela escola para serem solucionados.
Livre/orientado: um problema livre é aquele que durante a resolução não é oferecido nenhum tipo de ajuda. Um problema orientado é aquele que tem assessoria, diálogo e reflexões durante a sua resolução.
Dado/apropriado: Um problema dado é aquele do qual o estudante não participa da escolha e da sua formulação. O problema apropriado é aquele que o estudante participa da sua gênese. Um problema dado pode se transformar em um apropriado, desde que haja discussão, negociação de forma que este problema vá ao encontro das necessidades dos estudantes.
Reais/artificiais: Os problemas reais são aqueles relacionados com as necessidades da sociedade. Os problemas artificiais, não estão relacionados diretamente às necessidades da sociedade, mas para responder a interesses acadêmicos, escolares, científicos ou à curiosidade especulativa.

Fonte: WATTS (1991, apud Lopes, 1994)

O autor salienta que tais dicotomias podem estar relacionadas entre si e exibe uma possível relação entre elas. Desta forma, a Figura 4 representa as categorizações dicotômicas em um contexto curricular, ou seja, expondo as diversas classificações para problemas de uma forma possível de ser trabalhada em sala de aula.

Figura 4: Possíveis características dos problemas curriculares.



Fonte: Watts 1991 (apud LOPES, 1994, p. 34).

O autor argumenta que essas classificações dicotômicas estão estruturadas pelos extremos das definições, no entanto, podem ser encontradas situações intermediárias, como por exemplo os problemas semiabertos, que se situam entre os abertos e os fechados, como já descritos por Echeverría e Pozo (1998).

CAPITULO II: ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES SOBRE A ARTICULAÇÃO ENTRE METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E TEMÁTICAS NA FORMAÇÃO INICIAL EM QUÍMICA[6].

Os estudos a partir da Metodologia de Resolução de Problemas vinculados a assuntos temáticos apresentam vantagens não apenas para o Ensino Básico, mas também para a formação inicial docente, visto que, os problemas podem articular conhecimentos científicos e temas sociais. Nesse sentido, Gil-Pérez (1994), aponta para contribuições relacionadas a transformações da educação universitária, já que a interatividade que permeia a união dessas perspectivas metodológicas, visa a autonomia e envolvimento dos acadêmicos no processo de ensino e aprendizagem.

Além disso, a utilização desses enfoques metodológicos de forma conjunta pode instigar os acadêmicos a desenvolver ou aperfeiçoar habilidades relativas ao seu processo de formação ao pensar e criar situações investigativas a partir do envolvimento de conceitos a contextos, favorecendo a capacidade de abstração e raciocínio. Ademais, pode auxiliar os licenciandos na construção de projetos didáticos-pedagógicos e na orientação para a estruturação de metodologias que visem atender as atuais demandas educativas, propiciando maior autonomia para a elaboração dos planejamentos de suas aulas futuras.

Nesse contexto, os acadêmicos podem ser incentivados por ações formativas que estimulem o caráter social e coletivo da investigação científica, tendo a oportunidade de desenvolver os saberes relativos à sua profissão de forma ativa e integrada e consequentemente, proporcionar inovações pedagógicas em suas futuras práticas educativas (LIMA; ARENAS; PASSOS, 2018).

O caráter investigativo atribuído à Metodologia de Resolução de Problemas converge para as normativas estabelecidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior, que em sua versão mais recente, Resolução n. 2, de 1° de julho do ano de 2015, orienta para uma formação profissional que possa conduzir o egresso “à integração curricular, dando ênfase aos conhecimentos da realidade social e cultural, consoantes às exigências da Educação Básica e Superior

[6] Os dados obtidos na pesquisa bibliográfica e descritos nesse capítulo foram publicados pelo periódico *Research, Society and Development*, no mês de janeiro de 2020, sob o título “Análise das publicações sobre Metodologia de Resolução de Problemas e Temáticas na Formação inicial de professores de Química”.

para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho” (BRASIL, 2015, p. 6). Esse documento ainda destaca a importância de dinâmicas pedagógicas que contribuam para o exercício profissional por meio de uma ampla visão dos processos formativos, “possibilitando condições para o exercício do pensamento crítico, a resolução de problemas, o trabalho coletivo e interdisciplinar, a criatividade, a inovação, a liderança e a autonomia” (BRASIL, 2015, p. 6).

Diante do exposto, buscou-se analisar como a articulação entre Metodologia de Resolução de Problemas e temáticas vem sendo trabalhada na formação inicial de professores de Química. Com tal perspectiva de natureza investigativa, procurou-se efetuar uma análise sobre a articulação proposta por meio do levantamento de artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais de renomada importância para o Ensino de Ciências, no período compreendido entre os anos de 2007 a 2018.

A presente pesquisa apresenta caráter predominantemente qualitativo (BOGDAN; BIKLEN, 1994; GÜNTHER, 2006) e se caracteriza como pesquisa bibliográfica que segundo Gil (2017), utiliza-se de materiais anteriormente elaborados, constituídos principalmente por livros e artigos científicos, que encontra seus fundamentos em entender o que já foi desenvolvido ou elaborado sobre uma determinada questão que se pretende conhecer mais profundamente. O levantamento bibliográfico realizado nesta dissertação foi estruturado com base nas etapas sugeridas por Gil (2017), sendo elas:

1. Escolha do tema;
2. Levantamento bibliográfico preliminar;
3. Formulação do problema;
4. Elaboração do plano provisório do assunto;
5. Busca das fontes;
6. Leitura do material;
7. Fichamento;
8. Organização lógica do assunto;
9. Redação do texto.

A primeira etapa refere-se a escolha do tema que subsidiará a pesquisa bibliográfica. Nesse momento, geralmente o tema a ser pesquisado se apresenta como amplo e complexo, sendo de responsabilidade do pesquisador delimitar sua extensão ou posteriormente afunilá-la para demarcar o assunto a ser pesquisado. O segundo item, “levantamento bibliográfico preliminar” se trata de uma investigação

geral a respeito do tema escolhido. Representa um estudo exploratório do assunto que se pretende investigar para posterior formulação do problema de pesquisa.

A terceira etapa “formulação do problema de pesquisa”, trata-se do momento em que a delimitação do assunto, bem como a exploração superficial sobre o tema permite elaborar uma questão que possa ser investigada de acordo com a perspectiva de interesse. O item 4, “elaboração do plano provisório do assunto, consiste na organização sistemática das diversas partes que compõem o objeto de estudo” (GIL, 2017). O 5° item, “busca das fontes”, compreende a identificação e seleção das fontes que forneceram as respostas ao problema de pesquisa.

A 6° etapa, “leitura do material” é o momento em que serão identificadas as informações contidas nas fontes pesquisadas, estabelecendo-se relações com a pesquisa que está se desenvolvendo e a análise da consistência dessas informações. O ‘fichamento”, 7° etapa, trata-se do registro dos principais dados de cada material bibliográfico, para posterior análise.

A “construção lógica do assunto”, 8° item, se refere a organização das ideias para atender aos objetivos propostos no início da pesquisa. A 9° e última etapa, remete a “redação do texto”, no qual serão sistematizadas as ideias para a formulação de considerações relativas a pesquisa realizada. Dessa forma, o detalhamento da pesquisa bibliográfica relacionada a articulação da Metodologia de Resolução de Problemas e temáticas na formação inicial docente em química é apresentada.

2.1 ESCOLHA DO TEMA

Em um primeiro momento, o tema escolhido para dar início à pesquisa bibliográfica foi “Resolução de Problemas” e “formação inicial de professores”. Não restringimos a pesquisa por assuntos temáticos, visto que, essa palavra pode representar diferentes sentidos e significados em um texto. Também não delimitamos a pesquisa quanto ao curso, podendo incluir licenciaturas de diversas áreas de conhecimento.

2.2 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO PRELIMINAR

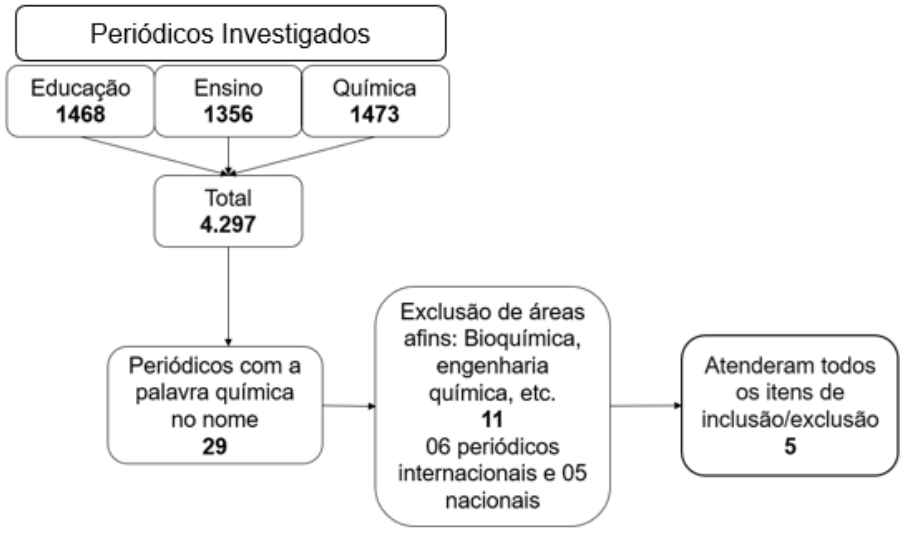
O levantamento preliminar dessa pesquisa bibliográfica consistiu na eleição de critérios para a inclusão e exclusão dos periódicos a serem examinados. Os parâmetros selecionados são listados na sequência:

1) Incluiu-se todos os periódicos das áreas de Ensino, Educação e Química listados na plataforma de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) com estratos entre A1, A2 e B1.
2) Nos periódicos relativos as áreas de Ensino e Educação, optou-se por aqueles que continham em seus títulos a palavra “Química”.
3) Nos periódicos registrados na área de Química, incluíram-se aqueles que possuíam em seus títulos as palavras “Ensino e/ou Educação”.
4) Dos periódicos selecionados nesse primeiro estágio, excluiu-se aqueles que tratavam de áreas afins, tais como: Bioquímica, Engenharia Química, Geoquímica, etc. Ou que se encontravam em duplicidade nas áreas de registro da CAPES, levando em consideração a melhor qualificação dos estratos.
5) Acesso aos periódicos que mantiveram publicações entre os anos de 2007 a 2018 com acesso integral ao conteúdo, inclusive possibilitando o download do material.

O período destinado para a análise foi escolhido em virtude das últimas publicações dos documentos norteadores da educação brasileira, com exceção da Base Nacional Comum Curricular, que aconteceu no ano de 2006. Pretendeu-se, dessa forma, que os trabalhos encontrados pudessem estar assentados em orientações e leis já estabelecidas nas normativas educacionais.

Dessa forma, a Figura 5 apresenta de forma simplificada como foi realizada a triagem dos periódicos investigados nessa etapa da pesquisa.

Figura 5: Triagem dos periódicos investigados na etapa de levantamento bibliográfico preliminar.



Fonte: autor.

A indexação dos periódicos analisados está dividida em três estratos segundo a área de avaliação Capes: A1, A2 e B1. A relação dos periódicos analisados nesta etapa preliminar está descrita no Quadro 4.

Quadro 4: Relação de Periódicos analisados na etapa de levantamento bibliográfico preliminar.

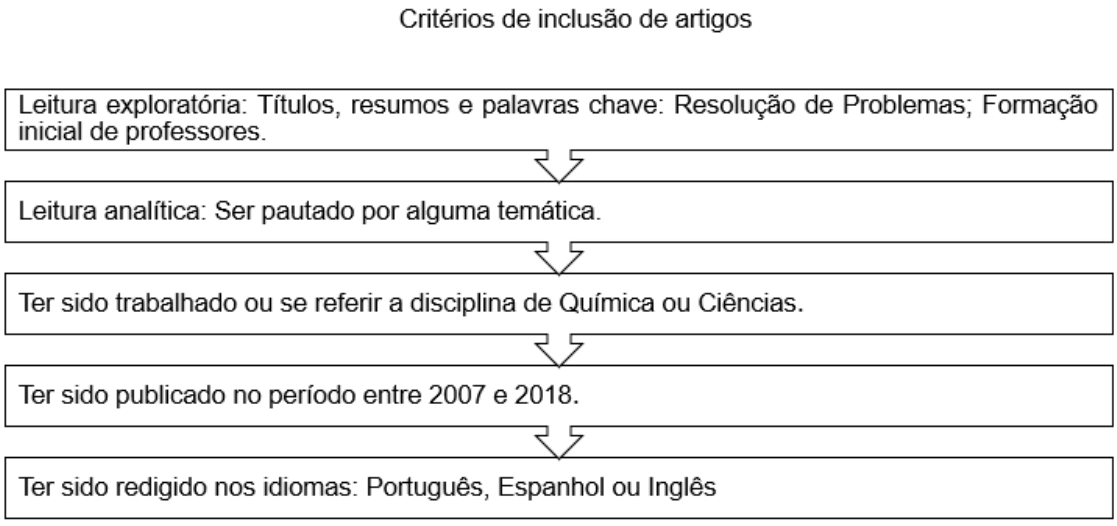
Periódicos	Conceito Qualis	Área de Avaliação CAPES	Código
Revista Educación Química	A1	Ensino	REQ
Chemistry Education Research and Practice	A1	Ensino	CERP
Journal of Chemical Education	A2	Química	JCE
Química Nova (online)	A2	Educação	QN
Química Nova na Escola	B1	Ensino/ Educação	QNesc

Fonte: Autor

Por meio da análise dos artigos pesquisados nos periódicos descritos no quadro acima, foram encontrados 16 que contemplavam as questões investigadas. Porém, esses artigos continham abordagens metodológicas derivadas da Aprendizagem Baseada em Problemas, ou seja, tratavam-se de estratégias didáticas como Estudos de Casos (n = 7), Aprendizagem Baseada em Problemas (n = 1), Aprendizagem por Inquérito (n = 1), Aprendizagem Sócio Construtivista Baseada no Contexto (n = 1) e Metodologia de Resolução de Problemas (n = 6).

Embora esses enfoques metodológicos apresentem estratégias de ensino e aprendizagem similares ao objetivado nessa pesquisa, optou-se apenas pelos artigos referentes a Metodologia de Resolução de Problemas, tendo em vista que essa estratégia pedagógica é o foco dessa dissertação. Devido ao baixo número de publicações encontradas nessa etapa do trabalho relativas a Metodologia de Resolução de Problemas, realizou-se uma nova triagem de periódicos, incluindo dessa vez, aqueles cadastrados na área de Ensino de Ciências, segundo a avaliação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). É importante destacar que os critérios para a nova seleção de periódicos foram os mesmos utilizados na primeira etapa, no entanto, para a triagem dos artigos incluímos outros dois critérios: materiais publicados nos idiomas Português, Inglês e Espanhol e pertencer a disciplina de Química, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6: Critérios de seleção das publicações



Fonte: autor

Nessa segunda busca foram encontrados 23 periódicos que contemplavam os parâmetros adotados para sua seleção, dos quais encontramos 878 publicações que tratavam da Metodologia de Resolução de Problemas articuladas a assuntos temáticos na formação inicial de professores. Todavia, esse número incluía todas as áreas do conhecimento. A partir do refinamento das buscas por trabalhos realizados na disciplina de Química, chegou-se a um total de 8 periódicos nos quais foram encontrados 14 artigos que abordavam as questões investigadas.

O Quadro 5, apresenta os periódicos que serviram como base para a realização desse segundo levantamento bibliográfico, bem como a qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação, conhecido como Qualis, designada a partir de um conjunto de procedimentos estipulados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Quadro 5: Periódicos nacionais e internacionais analisados.

Periódicos Nacionais	**Qualis (área de ensino)**
Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)	B1
Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)	A2
Química Nova (QN)	A2
Química Nova na Escola (QNesc)	B1
Periódicos Internacionais	**Qualis**
Revista Eletrónica Enseñanza de las Ciências (REEC)	A2
Educación Química (EQ)	A1
Chemistry Education Research and Practice in Europe (CERPE)	A1
Science Education International (SEI)	B1

Fonte: autor

2.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A partir da escolha do tema geral e dos periódicos analisados, formulou-se o seguinte problema de investigação: “De que forma a articulação entre Metodologia de Resolução de Problemas e temáticas vem sendo abordada na formação inicial de professores de Química?”. Para responder a esse problema de pesquisa, formulou-se

um plano provisório no qual são descritas as palavras-chave pesquisadas na base de dados de cada periódico, bem como os itens analisados em cada trabalho encontrado.

2.4 ELABORAÇÃO DO PLANO PROVISÓRIO DO ASSUNTO

Essa etapa refere-se à organização sistemática do assunto a ser investigado na pesquisa bibliográfica. A busca pelos artigos foi realizada na base de dados de cada periódico, contemplando o período de 2007 a 2018. O Quadro 6, apresenta as palavras-chave utilizadas para a busca nos periódicos.

Quadro 6: Palavras-chave pesquisadas nas bases de dados dos periódicos.

Periódicos	**Palavras-chave**	**Idiomas**
Experiências em Ensino de Ciências Investigações em Ensino de Ciências Química Nova Química Nova na Escola Revista Eletrónica Enseñanza de las Ciências Educación Química Chemistry Education Research and Practice in Europe Science Education International	Metodologia de Resolução de Problemas Temas/ Temáticas Formação Inicial de Professores	Português
	Metodología de Resolución de Problemas Temas/ Tematicas Formación inicial del Professorado	Espanhol
	Problem Solving Methodology Thema/ Thematics Teacher training	Inglês

Fonte: autor.

A procura dos artigos que representassem o foco desta pesquisa ocorreu pela busca das palavras-chave descritas no quadro acima nos idiomas Português, Inglês e Espanhol. De posse dos artigos que tratavam da Metodologia de Resolução de Problemas vinculados a temáticas, selecionou-se aqueles que continham em seus títulos, resumos e palavras-chave a expressão “Formação inicial de Professores” ou “Formação de Professores” e as expressões derivadas.

A partir da obtenção dos materiais, buscou-se ao longo do texto a expressão temas ou temáticas. A estratégia de busca utilizada visou evitar que trabalhos referentes a temáticas fossem excluídos, pois muitas vezes essa palavra é utilizada em diversos sentidos e não representam um ponto central nas publicações. Excluíram-se aqueles trabalhos que versavam sobre outras áreas de conhecimento

que não a Química, que tratavam apenas da formação continuada de professores ou que apresentavam a palavra tema ou temática para se referir a quaisquer assuntos diversos ao foco dessa pesquisa, por exemplo, o tema livro didático, o tema experimentação, etc.

2.5 BUSCA DAS FONTES

Com relação à pesquisa realizada na base de dados de cada periódico, a Tabela 2 apresenta o número de artigos encontrados em cada uma das revistas no período de publicação de 2007 a 2018.

Tabela 1: Número de artigos selecionados em cada um dos periódicos.

Periódicos Nacionais	**Número de artigos (2007 – 2018)**
Experiências em Ensino de Ciências	03
Investigações em Ensino de Ciências	01
Química Nova	01
Química Nova na Escola	02
Periódicos Internacionais	
Revista Eletrónica Enseñanza de las Ciências	02
Educación Química	03
Chemistry Education Research and Practice in Europe	01
Science Education International	01
Total	**14**

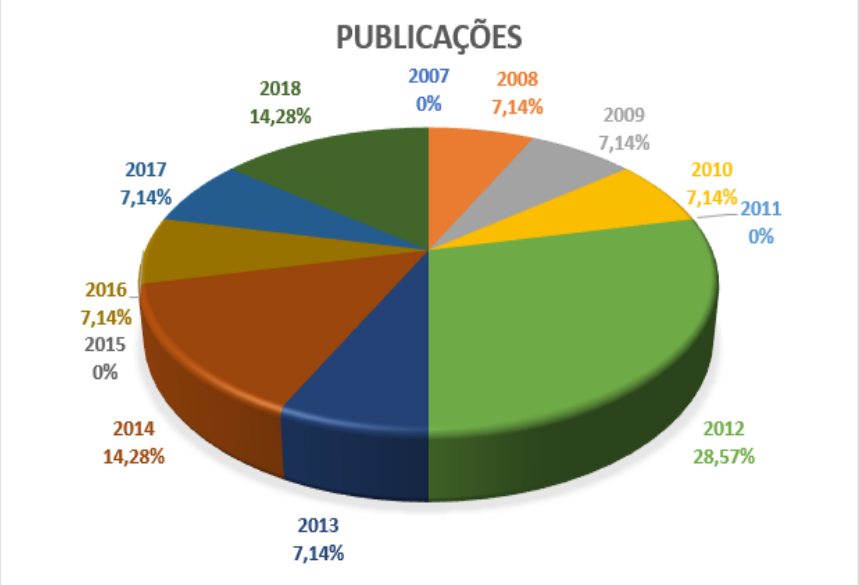
Fonte: autor.

Dentre as publicações encontradas, a maior parte delas está concentrada no ano de 2012 e foram publicadas pelos periódicos CERPE (n=1), EQ (n=1), QNesc (n=1) e EENCI (n=1), correspondendo a 28,57%. Nos anos de 2014 e 2018 foram publicadas, nas revistas analisadas, dois trabalhos referentes as metodologias pesquisadas com abordagem na formação inicial em Química, o que corresponde a

14,28%, respectivamente. Os periódicos responsáveis por essas publicações foram IENCI (n=1) e EENCI (n=1) no ano de 2014 e EQ (n=1) e QN (n=1), em 2018.

Nos anos de 2008, 2009, 2010, 2013, 2016 e 2017 foram encontradas seis publicações, sendo uma em cada um dos respectivos anos, representando 7,14% cada uma delas. Essas pesquisas foram publicadas nas revistas REEC (2008 e 2009); EQ (2010); SEI (2013); QNesc (2016) e, EENCI (2017). Nos anos de 2007, 2011 e 2015 não foram encontradas publicações que abordavam as questões investigadas nesses periódicos. Os dados referentes a essa etapa da pesquisa podem ser observados na Figura 7.

Figura 7: Número de publicações por ano.



Fonte: autor

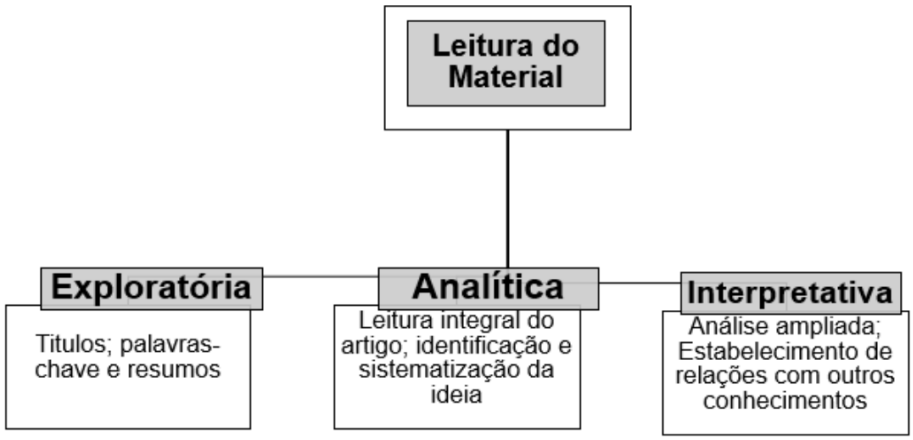
A próxima etapa da pesquisa é referente a leitura do material a ser analisado e será descrita no próximo tópico.

2.6 LEITURA DO MATERIAL

Segundo Gil (2017, p. 77), a leitura do material selecionado deve contemplar as seguintes finalidades: i) “identificar as informações e os dados constantes no material impresso”; ii) “estabelecer relações entre as informações e os dados obtidos

com o problema proposto” e, iii) “analisar a consistência das informações e dados apresentados pelos autores”. A Figura 8, exibe a sistematização de leitura realizada a partir da obtenção do material.

Figura 8: Sistematização da leitura.



Fonte: adaptado de Rocha (2018).

A leitura exploratória, tem como objetivo verificar se os materiais coletados interessam a pesquisa. Diniz e Silva (2008), argumentam que esse tipo de leitura permite ao pesquisador selecionar documentos que podem ser úteis ao seu trabalho, bem como obter uma visão panorâmica do tema geral abordado. As autoras denominam essa primeira etapa de “pré-leitura ou leitura de reconhecimento”.

A segunda etapa, denominada por Gil (2017) de leitura analítica, tem como finalidade sumarizar as informações contidas nos textos, a fim de obter respostas à questão que se pretende responder. Lima e Mioto (2007), denominam essa etapa de “leitura reflexiva ou crítica” e apontam sua realização em documentos escolhidos como definitivos.

A leitura interpretativa é a mais complexa desse processo, pois tem o propósito de sintetizar as principais ideias dos materiais selecionados e relacioná-las com o problema de pesquisa que se busca responder. De acordo com Salvador (1986, p. 106), “se na leitura crítica o critério de estudo era a intenção do autor, na leitura interpretativa o critério de seleção são os problemas do pesquisador”.

A partir da leitura dos artigos selecionados, foi possível identificar algumas similaridades entre eles, que permitiram a elaboração das seguintes categorias a

priori: i) Enfoques Temáticos; ii) Natureza dos Problemas e iii) Panorama curricular**.** Foram encontrados 14 artigos, a partir da amostra inicial que era de 878, nos quais a Metodologia de Resolução de Problemas estava articulada a temáticas na formação inicial de professores de Química. As publicações referentes a esta etapa da pesquisa estão relacionadas no Quadro 7.

Quadro 7: Publicações encontradas no período de 2007 a 2018.

(continua)

Ano	Código	Autores	Título	Dados da publicação
2008	REEC	CORONEL, M.V; CUROTTO, M. M.	La resolución de problemas como estratégia de enseñanza y aprendizaje	V. 7, n° 2, p. 463 – 479
2009	REEC	CAVALCANTI, E. L. D; SOARES, M. H. F. B.	O uso de jogo roles (*roleplaying game*) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico	V. 8, n° 1, p. 255 – 282
2010	EQ	MIGUÉZ, M.	Una estrategia didáctica alternativa em aulas universitarias de química: potenciando el proceso motivacional por el aprendizaje.	V. 21, n° 4, p. 278 -286.
2012	QNesc	SILVA, P. S; MORTIMER, E. F.	O Projeto Água em Foco como uma proposta da Formação no PIBID.	V. 34, n° 4, p. 240 – 247.
2012	EENCI	FIGUEIRA, A. C. M; ROCHA, J. B. T.	Açúcares Redutores no Ensino Superior: Atividades Baseadas na Resolução de Problemas.	V. 7, n° 3, p. 79 – 85.
2012	EQ	CÁRDENAS, F. R; PADILLA, K.	La indagación y la enseñanza de las ciências	V. 23, n° 4, p. 415 – 421.
2013	CERP	TOSUN, C; TASKESENLIGIL, Y.	The effect of problem-based learning on undergraduate students' learning about solutions and their physical properties and scientific processing skills	V. 14, n° 36, p. 36 -50.
2013	SEI	MCDONALD, C. V.	An examination of preservice primary teachers' written arguments in an open inquiry laboratory task.	V. 24, n° 3, p. 254 -281.

Quadro 7: Publicações encontradas no período de 2007 a 2018.

(conclusão)

2014	EENCI	FERNANDES, L. S; CAMPOS, A. F.	Elaboração e aplicação de uma intervenção didática utilizando situação-problema no Ensino de Ligação Química.	V. 9, n° 1, p. 37 – 49.
2014	IENCI	GOI, M. E. J; SANTOS, F. M. T.	Formação de Professores e o desenvolvimento de habilidades para a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas	V. 19, n° 2, p. 431 -450.
2016	QNesc	SAMPAIO, A. A. M; BERNARDO, D. L; AMARAL, E. M. R.	Análise de uma Estratégia de Caso vivenciada por Licenciandos em Química	V. 38, n° 2, p. 173 -180.
2017	EENCI	SILVA, F. C. V; CAMPOS, A. F. ALMEIDA, M. A. V.	Situação-problema sobre radioterapia no Ensino Superior de Química: Contextos de uma investigação	V. 12, n° 1, p.14 – 25.
2018	EQ	OBAYA, A; RODRÍGUEZ, G. I. V; VARGAS, A. E. L; RODRÍGUEZ, Y. M. V.	Aprendizaje Basado em Problemas: Em qué tempo se descompone la leche pasteurizada a temperatura ambiente?	V. 29, n° 1, p. 99 -109.
2018	QN	LIMA, F. S. C; ARENAS, L. T; PASSOS, C. G.	A Metodologia de Resolução de Problemas: Uma Experiência para o Estudo das Ligações Químicas.	V. 41, n° 4, p. 468 -475.

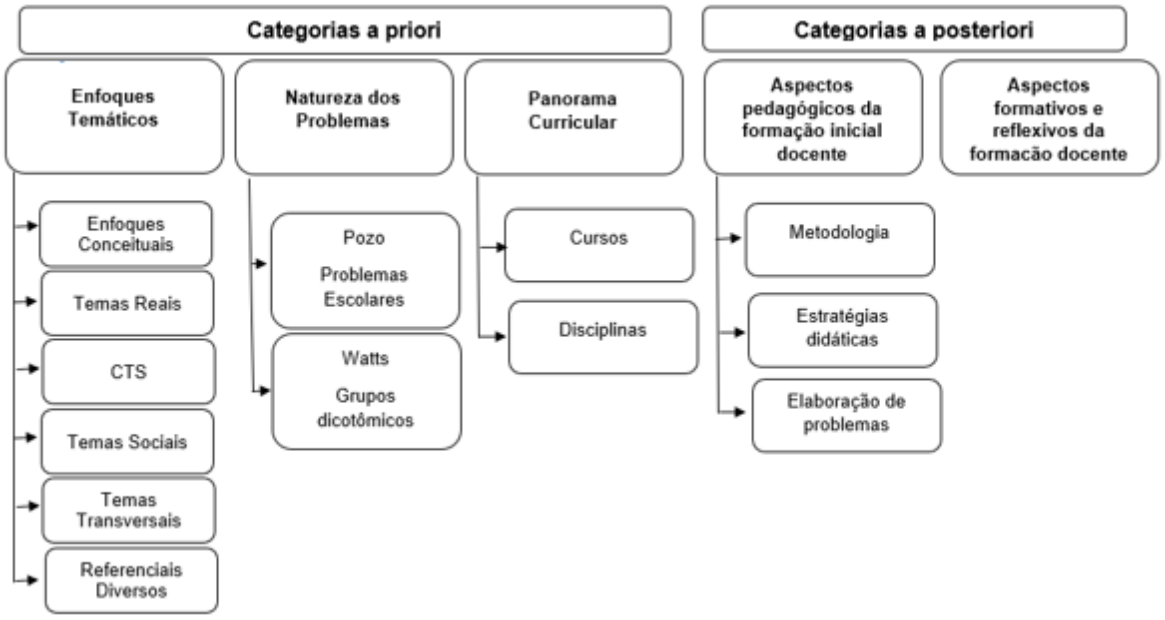
Fonte: autor

2.6.1 Análise das abordagens contidas nas publicações

Nesse item serão descritas algumas características encontradas nas publicações analisadas que nos permitem visualizar como a Metodologia de Resolução de Problemas vinculada a temáticas tem sido trabalhada na Educação Superior, especialmente nos cursos ou disciplinas de Química para formação de professores. Nesse sentido, foram elaboradas três categorias a priori, sendo elas: Enfoques Temáticos; Natureza dos Problemas e Panorama Curricular e, duas categorias a posteriori: Aspectos pedagógicos utilizados na formação inicial de professores e Aspectos formativos e reflexivos sobre a formação inicial docente. Cada

uma dessas categorizações se divide em subcategorias, como pode ser observado na Figura 9.

Figura 9: Categorias de análise



Fonte: autor

2.6.1.1 Enfoques temáticos

Para uma melhor compreensão da análise realizada nessa categoria, os artigos foram agrupados segundo o referencial teórico-metodológico das publicações. Nesse sentido, foram incluídas as seguintes perspectivas temáticas: a) enfoques conceituais; b) temáticas reais; c) CTS; d) temas sociocientíficos; e) temas sociais; f) temas transversais e g) referenciais diversos. É relevante destacar que os trabalhos constantes na perspectiva denominada referenciais diversos não explicitaram alusão a qualquer enfoque temático descrito anteriormente, no entanto fizeram uso dessa expressão.

a) Enfoques Conceituais

A opção pelo desenvolvimento de trabalhos abrangendo temáticas conceituais foram encontradas nas publicações de Coronel e Curotto (2008); Figueira e Rocha

(2012) e Fernandes e Campos (2014), o que corresponde a 21,24% das publicações. Nesses trabalhos os autores adotam como temática o próprio conceito que se pretende ensinar. Mortimer, Machado e Romanelli (2000), salientam essa possibilidade como uma sugestão para o trabalho docente no Estado de Minas Gerais em decorrência da elaboração curricular do Ensino Médio proposta em meados dos anos 2000.

Para os autores, o currículo pode abordar de forma concomitante eixos conceituais e contextuais, sem que a escolha por um, implique na ausência do outro. Ressaltam ainda, que a oportunidade de opção entre conceitos e contextos trata-se de uma forma de adaptação das preferências do professor, bem como das suas condições de trabalho. Em contrapartida, Volpáto, Aguiar e Reis (2017), apontam para a importância da abordagem de conteúdos conceituais na formação inicial docente, contudo ressaltam a relevância de ter seus princípios abordados a partir de fatos reais, possibilitando utilizá-los na interpretação de situações corriqueiras.

b) Temáticas Reais

A subcategorização denominada de Temáticas reais foi encontrada em dois, ou seja, em 14,28% dos manuscritos analisados. A pesquisa de Míguez (2010), trata da tipificação de grupos sanguíneos e, de acordo com o autor, pertence a assuntos vinculados a vida real que podem ser trabalhados em sala de aula. O relato de Silva, Campos e Almeida (2017), apresenta como temática a radioterapia para a construção de conceitos relacionados à radioatividade. Nessa perspectiva, foram discutidos procedimentos relativos à cura do câncer, enfatizando os aspectos positivos associados a Química. Ambos abordaram a questão como uma temática amplamente difundida em contextos reais da vida cotidiana, corroborando com a noção de experiência proposta por Dewey, que “resulta da adoção de procedimentos intelectuais de análises” (TEIXEIRA, 2018).

c) CTS

A publicação de Silva e Mortimer (2012) corresponde a 7,14% dos trabalhos analisados e menciona em seu referencial teórico a utilização do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade. Esse trabalho relata ações desenvolvidas durante o Projeto

Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) no qual foram executadas ações relacionadas a temática “Água em Foco: qualidade de vida e cidadania”. Os autores mencionaram que a estruturação do tema considerou a introdução de problemas sociais, cujas soluções são propostas a partir de conteúdos científicos, aplicações tecnológicas e consequências sociais.

De acordo com Marcondes et. al (2009), a abordagem CTS em aulas de cunho científico possibilita romper com a imagem de neutralidade da ciência, auxiliando na solução de problemas a partir do envolvimento do acadêmico em assuntos de ordem social, política, econômica e ambiental. Alguns autores (CARLETTO; PINHEIRO, 2010; HUNSCHE; 2015; HALMENSCHLAGER, 2014), apontam que a inserção CTS em currículos de ciência contribui para o desenvolvimento de percepções mais complexas da realidade e entendimentos mais integrados sobre como os tópicos de estudo se inserem, interagem e derivam de modelos tecnocientíficos.

O tema abordado nesse trabalho se enquadra em uma perspectiva de estudo que visa a solução de um problema referente à qualidade da água em ambientes urbanos e o consumo de peixes oriundos de uma lagoa situada na cidade de Belo Horizonte. Nesse contexto, trata-se de um assunto relacionado a temáticas referentes a saúde e meio ambiente, ambas foco de discussões amparadas pela tríade CTS.

Embora o enfoque CTS contemple a questão ambiental, como defende Santos (2007), a preocupação com a perspectiva ambiental começa a ter maior ênfase a partir da década de 1990, quando emerge um desdobramento do movimento CTS e alguns autores passam a utilizar o termo CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) (MARCONDES et al., 2009; BERNARDO; VIANNA; FONTOURA, 2010). A necessidade da inserção da dimensão ambiental nos currículos de Ciência da Natureza foi justificada pela falta de evidência desse aspecto em produções CTS como afirmam Alves, Mion e Carvalho (2007) e Vasconcelos e Santos (2008).

Desse modo, a inserção da sigla CTSA em currículos de Ciência, procura abranger “temas que trouxessem a complexidade das interconexões da ciência, tecnologia e sociedade, possibilitando uma reconstrução do *status quo* da educação científica” (BORTOLETTO; SUTIL; CARVALHO, 2010, p. 3). No entanto, ambos referenciais estão fundamentados no viés da problematização, contextualização e interdisciplinaridade no desenvolvimento de projetos para o Ensino de Ciências.

d) Temas Sociocientíficos

Os temas com viés sociocientíficos foram encontrados em três ou 21,42% das publicações analisadas. Trata-se dos trabalhos de Tosun e Taskesenligil (2013); McDonald (2013) e Sampaio, Bernardo e Amaral (2016).

O relato intitulado "*The effect of problem-based learning on undergraduat students' learning about solutions and their physical properties and scientific processing skills*", apresenta o tema "mergulhadores" para trabalhar os conceitos de soluções e suas propriedades físicas. Nesse artigo a situação problema apresentada relata a utilização de novos equipamentos desenvolvidos por engenheiros para minimizar o número de casos por intoxicação de mergulhadores que atuam em submersões profundas. O tema contempla uma situação que envolve aspectos científicos e tecnológicos associados a um problema, que segundo os autores, é de cunho social na Turquia, local onde a pesquisa foi realizada.

Nessa pesquisa, observou-se uma aproximação dos assuntos sociocientíficos com os aspectos do enfoque CTS, já que, incorpora o uso de novas tecnologias a questões sociais. Alguns autores (SANTOS; MORTIMER, 1999; MENDES; SANTOS, 2010; LIMA; MARTINS, 2013; HUNSCHE, 2015), atribuem essa proximidade a desdobramentos do currículo CTS.

Lima e Martins (2013), ao realizarem um levantamento bibliográfico sobre as interfaces entre abordagens CTS e questões sociocientíficas em aulas de Ciências, enfatizam que os trabalhos que versam sobre questões CTS, geralmente, desempenham o papel de orientação curricular, viabilizando a contextualização e a interdisciplinaridade com viés voltado para a formação da cidadania e pensamento crítico para o desenvolvimento de atitudes. Em contrapartida, os trabalhos cujo foco está nos temas sociocientíficos, apresentam metodologia ou estratégia de ensino voltadas para a "compreensão da natureza da ciência, dos aspectos sociais, políticos, históricos, econômicos, morais e de valores que estão implicados nos processos de tomada de decisão" (LIMA; MARTINS, 2013, p. 5).

O trabalho de McDonald (2013), trata de um estudo que teve por objetivo avaliar o nível de argumentação de um grupo de acadêmicos australianos considerando para isso, a temática "aquecimento global", ou seja, um assunto sociocientífico que foi associado a atividades investigativas. A atividade investigativa proporcionou meios para que os acadêmicos realizassem experimentos necessários para a solução do

problema com a finalidade de envolverem-se com as argumentações científicas fundamentadas na avaliação de informações, fornecendo justificativas para suas escolhas e oferecendo réplicas e contra-argumentos.

O relato de Sampaio, Bernardo e Amaral (2016), também enfatizou a argumentação como possibilidade para obtenção de conhecimentos. Nesse estudo o trabalho estava voltado para temáticas de cunho ambiental, tais como: impactos ambientais, efeito estufa, aquecimento global e chuva ácida e foi trabalhada considerando uma situação real, na qual os autores denominam de “Termoelétrica Suape III”. Essa temática é caracterizada como sociocientífica com variação em estudos CTS.

A opção por temáticas relacionadas a questões ambientais provavelmente tenha se destacado pelas evidências atribuídas atualmente à sustentabilidade e a integridade dos ecossistemas. Corroborando com esse entendimento, as Diretrizes Curriculares para a Educação Básica (BRASIL, 2013) estabelecem que a Educação Ambiental deve ser objeto fundamental na educação nacional, devendo estar presente em todas as modalidades de ensino, as quais podem ser desenvolvidas de forma integrada as demais componentes curriculares. Nesse contexto, os objetivos para a Educação Ambiental decorrem de “processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade" (BRASIL, 2013, p. 168).

e) Temas Sociais

A análise das publicações revelou que o trabalho de Lima, Arenas e Passos (2018, p. 470), refere-se a uma temática social, o que corresponde a 7,14 % das publicações analisadas. A contextualização do conhecimento foi tratada por meio da temática “Os sais presentes no Salar de Uyuni”, “maior deserto de sal do mundo, situado ao sul da Bolívia, a mais de 3.000 metros acima do nível do mar”. Os temas de cunho sociais são amplamente difundidos na literatura, encontrando amparo na perspectiva freiriana, na abordagem CTS, ACT (alfabetização científica-tecnológica), bem como nos documentos que regem a educação nacional.

No entanto, embora o artigo de Lima, Arenas e Passos (2018) mencione apenas a utilização de temas sociais, um estudo mais aprofundado dessa pesquisa

nos permite enquadrá-la como um tema químico social, pois fica evidente a sistematização dos fundamentos gerais que balizam essa publicação nos aportes defendidos por Santos (1992) e mencionados no 1° capítulo dessa dissertação.

Somadas a essa questão, o artigo apresenta os aspectos geográficos, históricos e químicos envolvidos na origem do deserto, aspectos econômicos e ambientais referentes ao uso dos diversos sais que o constituem e os processos associados a sua extração. Dessa forma, o tema é abordado em suas múltiplas dimensões, abrangendo todas as etapas da sequência didática desenvolvida. Tal proposta se insere nos padrões defendidos por Santos e Schnetzler (1997) para o desenvolvimento de habilidades relativas à cidadania, pois incorporam discussões sociais relevantes para aulas de Química, as quais exigem do educando um posicionamento crítico quanto a tomada de decisões relativas às soluções elaboradas no tratamento do tema.

f) Temas Transversais

O artigo de Goi e Santos (2014) aborda implementações realizadas com professores em formação inicial e continuada nos cursos de Química e Ciências Exatas, ambos Licenciaturas, sobre a Metodologia de Resolução de Problemas. Nas formações desenvolvidas são elaborados problemas que, embora a utilização de temas não apareça de forma explícita, tratam de questões que utilizam temáticas com viés transversal, como é descrito na pesquisa.

Acredita-se que a opção por temas amplamente defendidos nos documentos oficiais para a educação brasileira, foram a base para a elaboração dos problemas descritos nesse artigo, que por sua vez, focalizavam em cursos de formação continuada para professores que trabalhavam principalmente na disciplina de Ciências do Ensino Fundamental e em aplicações relatadas em disciplinas de programas de graduação em licenciaturas, cujo objetivo era a formação para inserção no Ensino Básico.

A exemplo da transversalidade dos assuntos abordados, encontram-se as seguintes temáticas: lixo, fósseis, chuva ácida, efeitos ambientais, energias renováveis, entre outros. Os eixos temáticos sugeridos nos documentos oficiais para a Educação Básica, enfatizam o ensino e aprendizagem por meio de tópicos relacionados à vida e ambiente, ser humano e saúde, tecnologia e sociedade, e terra

e universo, os quais se justificam pela ampliação de práticas educativas intermediadas por distintos conteúdos e metodologias, principalmente no que se refere a situações locais e suas conexões; “entre conteúdos dos diferentes eixos temáticos, entre esses e os temas transversais e entre todos eles e as demais áreas do Ensino Fundamental” (BRASIL, 1998, p. 36). Essa publicação corresponde percentualmente a 7,14% dos materiais analisados.

g) Referenciais Diversos

A categorização denominada Referenciais Diversos foi proposta por encontrarmos trabalhos que se adequam a outras categorias que não as expostas anteriormente. Um exemplo é artigo de Cavalcanti e Soares (2009), que refere-se a uma temática de cunho histórico, intitulado “O uso de jogo *roles (roleplaying game*) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico” que relata a aplicação de um jogo adaptado para o ensino de conceitos químicos, no qual a contextualização do conhecimento se apresenta pela historicidade lúdica de uma aventura medieval baseada na história da Química.

Oliveira e Macedo (2016) salientam que o Ensino de Química sob a perspectiva histórica pode proporcionar a superação de explicações simplistas sobre fenômenos naturais, potencializando uma melhor compreensão da natureza da ciência. Corroborando com o exposto, Brasil (2018, p. 550), enfatiza que a contextualização social e histórica do conhecimento se ocupa em apontar a evolução científica como “construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura”.

Já o trabalho de Cárdenas e Padilla (2012), embora utilizem as palavras-chave buscadas para a composição dessa pesquisa bibliográfica no decorrer do texto, trata-se de um relato de cunho teórico que traz considerações sobre a Metodologia de Resolução de Problemas articuladas a temas na formação inicial docente, porém não apresenta problemas e temas que possamos categorizar.

2.6.1.2 Natureza dos problemas

Devido ao grande número de categorizações relativas aos tipos de problemas, como já descrito no 2° capítulo da presente dissertação, optou-se por classificá-los de acordo com os referenciais de Pozo e Crespo (1998), que tratam dos problemas escolares, e Watts (1991, apud LOPES, 1994) que aborda os problemas curriculares, visto que, as situações problema encontradas foram realizadas em ambientes universitários. Uma segunda justificativa para classificar os materiais encontrados de acordo com as categorizações propostas por esses autores é que os primeiros se referem a problemas da área de Ciências da Natureza. Enquanto o segundo, especifica sua categorização para problemas destinados às disciplinas de Química e Física.

Como mencionado no capítulo anterior, Pozo e Crespo (1998), classificam os problemas em escolares, científicos e cotidianos. Os problemas escolares, foco dessa categorização, dividem-se em qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas. A análise dos materiais coletados nos permitiu observar que as pesquisas de Cavalcanti e Soares (2007), Fernandes e Campos (2014), Sampaio, Bernardo e Amaral (2016), Silva, Campos e Almeida (2017), utilizam problemas de cunho qualitativo, ou seja, balizam suas soluções por meio de raciocínio teórico, sem necessidade de manipulação experimental ou uso de algoritmos matemáticos (POZO; CRESPO, 1998). Um exemplo desse tipo de problema é descrito a seguir.

> O diamante é uma substância que apresenta uma dureza elevada. Por isso, é utilizado na perfuração de rochas. Na sua composição apresenta apenas átomos de carbono. A grafite é uma substância que possui resistência baixa. É empregada na fabricação de lápis e também é constituída apenas por átomos de carbono. Na escala de dureza o diamante é o mais duro com valor igual a 10 e a grafite é um dos materiais mais moles com dureza igual a 1. A grafite é um condutor elétrico ao contrário do diamante que é considerado um isolante. Por conduzir eletricidade a grafite é utilizada em fornos elétricos. Por que há diferença de dureza tão acentuada nessas substâncias uma vez que ambas são constituídas apenas por carbono? Por que só a grafite conduz corrente elétrica? Que tipo de ligação química ocorre nessas substâncias? (FERNANDES; CAMPOS, 2014, p. 41).

Como pode ser observado, a resolução dessa situação problema exige apenas proposições teóricas relacionadas com os conceitos químicos em questão, sem necessidade de se efetuar cálculos ou manipulações experimentais. Problemas dessa natureza permitem, a quem resolve, estabelecer relações entre os conteúdos e os

fenômenos que precisam ser explicados, permitindo ao acadêmico refletir sobre seus próprios conhecimentos (POZO; CRESPO, 1998).

Nos demais materiais analisados (CORONEL; CUROTTO, 2008; MÍGUEZ; 2010; FIGUEIRA; ROCHA, 2012; SILVA; MORTIMER 2012; MCDONALD, 2013; TOSUN; TASKESENLIGIL, 2013; GOI; SANTOS, 2014; OBAYA; RODRÍGUEZ; VARGAS; RODRÍGUEZ, 2018; LIMA, ARENAS; PASSOS, 2018), foram encontrados problemas classificados segundo Pozo e Crespo (1998), como pequenas pesquisas, como pode ser constatado no excerto a seguir.

> Os períodos de chuvas, entre dezembro e março, contribuem para a expansão das margens do Salar de Uyuni. Sabe-se que isso acontece por conta do processo constante de evaporação da água. Explique, utilizando teorias de ligações químicas, a grande diferença de Ponto de Fusão da água e dos sais que constituem o Salar. Simule experimentos práticos para ilustrar essa diferença (LIMA, ARENAS; PASSOS, 2018).

O problema apresentado requer que os acadêmicos utilizem manipulações experimentais para solucionar a situação. De acordo com Pozo e Crespo (1998), esse tipo de problema leva a uma aproximação, ainda que simplificada, do trabalho científico, visto que será necessário a busca por conexões entre conhecimentos prévios e a situação a ser resolvida.

Na análise dos materiais que constituem essa pesquisa bibliográfica, não foram encontrados problemas essencialmente quantitativos. Esse fator pode estar associado ao tipo de temática que não requer análises matemáticas ou por não terem percebido essa necessidade em problemas escolares na área de Ciências da Natureza, no ambiente universitário.

Contudo, salienta-se a relevância dessa categoria para o trabalho integral com diversas disciplinas da área de Química (Analítica, Físico-Química, etc) ou temas, a exemplo do proposto por Silva e Goi (2019), na utilização da temática “Drogas” com estudantes da 3ª série do Ensino Médio na disciplina de Química, que propôs uma pesquisa relacionada ao faturamento econômico do Brasil, proporcionado pela venda de cigarros e bebidas no ano de 2016 e a demonstração gráfica desses resultados.

Passando para a classificação dicotômica proposta por Watts (1991, apud LOPES, 1994), verificou-se que todos os problemas são classificados como dados, ou seja, os acadêmicos não participaram de sua formulação, sendo o professor responsável por sua elaboração. Na categorização livre/orientado, concluímos que

apenas o problema empregado por McDonald (2013) condiz com a classificação livre, visto que não foi ofertado nenhum tipo de auxílio para sua solução pelo professor que conduzia o trabalho. Os demais trabalhos (CORONEL; CUROTTO, 2008; CAVALCANTI; SOARES, 2009; MÍGUEZ, 2010; FIGUEIRA; ROCHA, 2012; SILVA; MORTIMER, 2012; TOSUN; TASKESENLIGIL, 2013; GOI; SANTOS, 2014; FERNANDES; CAMPOS, 2014; SAMPAIO; BERNARDO; AMARAL, 2016; LIMA; ARENA; PASSOS, 2018 e OBAYA et al, 2018), são classificados como orientados, pois foram realizadas discussões e reflexões no decorrer da resolução.

A situação problema implementada por Silva e Mortimer (2012), pode ser identificada como informal, pois surgiu do contexto de discussões da necessidade de pesquisar sobre a qualidade da água urbana no município de Belo Horizonte, MG. Os demais problemas (CORONEL; CUROTTO, 2008; CAVALCANTI; SOARES, 2009; MÍGUEZ, 2010; FIGUEIRA; ROCHA, 2012; TOSUN; TASKESENLIGIL, 2013; MCDONALD, 2013; GOI; SANTOS, 2014; FERNANDES; CAMPOS, 2014; SAMPAIO; BERNARDO; AMARAL, 2016; SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2017; LIMA; ARENA; PASSOS, 2018 e OBAYA et al, 2018), relacionam-se a situações planejadas anteriormente pelo professor e apresentadas conforme a formulação desejada, caracterizando-se como problemas formais.

As situações problemas categorizadas como reais, foram encontradas nos trabalhos de Míguez (2010), Silva e Mortimer (2012), Tosun e Taskesenligil (2013), Goi e Santos (2014), Sampaio, Bernardo e Amaral (2016), Silva, Campos e Almeida (2017), e Lima, Arenas e Passos (2018). Essas questões se encontram ligadas a situações de cunho real, pois foram trabalhados em sala de aula e tratam de problemas enfrentados cotidianamente pela sociedade. A classificação dicotômica oposta aos problemas reais, foram identificadas nas publicações de Coronel e Curotto (2008), Cavalcanti e Soares (2009), Figueira e Rocha (2012), Mcdonald (2013), Fernandes e Campos (2014) e Obaya et al. (2018), ou seja, referem-se a problemas artificiais, aqueles que não estão associados diretamente às necessidades sociais, mas respondem a interesses acadêmicos.

Os problemas de cunho aberto, que permitem a quem os resolve, chegar em diversas soluções, foram observados nos trabalhos de Cavalcanti e Soares (2009) e McDonald (2013). Em contraposição, os pesquisadores que elaboraram questões fechadas, consistindo em uma única solução ou meio para se chegar a ela, foram

publicadas por Coronel e Curotto (2008), Figueira e Rocha (2012) e Fernandes e Campos (2014).

As demais publicações (MÍGUEZ, 2010; SILVA; MORTIMER, 2012; TOSUN; TASKESENLIGIL, 2013; GOI; SANTOS, 2014; SAMPAIO; BERNARDO; AMARAL, 2016; SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2017; LIMA; ARENAS; PASSOS, 2018; OBAYA et al (2018), abordam problemas classificados como intermediário entre as categorizações aberto/fechado, ou seja, descrevem situações de cunho semiabertos, aquelas que delimitam o problema em um contexto exclusivo, permitindo a integração de ideias e estratégias com as quais seja possível resolver a tarefa (SILVA, GOI, 2019). Salienta-se novamente que o artigo de Cárdenas e Padilla (2012), não foi mencionado por representar uma publicação teórica que não traz em seu relato a indicação de temas ou problemas.

2.6.1.3 Panorama curricular

Nessa categoria serão apresentadas as disciplinas em que os temas e problemas foram desenvolvidos, bem como os conteúdos contemplados nas publicações analisadas. Considera-se relevante discutir o contexto de desenvolvimento dessas estratégias metodológicas e os conceitos envolvidos, pois, dessa forma podemos vislumbrar um panorama geral dessas aplicações.

Diante de tais considerações, pode-se constatar que das 14 publicações analisadas, sete delas (CORONEL; CUROTTO, 2008; CAVALCANTI; SOARES, 2009; FERNADES; CAMPOS, 2014; SAMPAIO; BERNARDO; AMARAL, 2016; SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2017; LIMA; ARENAS; PASSOS, 2018; OBAYA, et al, 2018), referem-se a implementações com acadêmicos do cursos de Licenciatura em Química. As demais, propõem atividades em cursos de Licenciatura em Química juntamente com futuros profissionais de outras áreas do conhecimento, quais sejam: Licenciatura em Bioquímica e Farmácia (MÍGUEZ, 2010); Biologia (SILVA; MORTIMER, 2012; FIGUEIRA; ROCHA, 2012); Física, Matemática e Ciências (GOI; SANTOS, 2014). Esses aspectos associativos podem indicar uma tentativa pela interdisciplinaridade nos cursos de formação inicial docente, uma vez que, agrupa acadêmicos de áreas diversas do conhecimento científico.

As publicações de origem internacional, especialmente em relação aos países nórdicos, realizaram as pesquisas em cursos de Bacharelado em Educação -

faculdades de Ciências da Educação (MCDONALD, 2013; TOSUN; TASKESENLIGIL, 2013) e o trabalho de Cárdenas e Padilla (2012), não apresenta informação relacionada a cursos de graduação por se tratar de um relato teórico.

As publicações que enfocaram na solução de problemas em disciplinas específicas da Química, sobressaíram-se às demais. Os relatos com essa característica foram descritos nos trabalhos de Coronel e Curotto (2008), a partir do conceito de hidrólise; Míguez (2010), por meio dos conteúdos de sistema imunológico e antígeno; Figueira e Rocha (2012) com o conceito de açúcares redutores; McDonald (2013), com o conteúdo de técnicas de laboratório; Tosun e Taskesenligil (2013), por meio do conceito de soluções e suas propriedades; Fernandes e Campos (2014), a partir do conteúdo de ligações químicas e Obaya at al (2018), que elencou os conceitos de cinética química.

Os trabalhos de Cavalcanti e Soares (2009); Sampaio, Bernardo e Amaral (2016) e Lima, Arenas e Passos (2018), foram desenvolvidos em disciplinas pedagógicas, sendo elas: Práticas de Ensino e Instrumentação; Práticas Pedagógicas em Ensino de Química e Estágio de Docência no Ensino de Química I, respectivamente. Os conteúdos elencados em cada um dos trabalhos implementados na área pedagógica foram os seguintes: oxidação, reações de precipitação, solubilidade e síntese orgânica (CAVALCANTI; SOARES, 2009), termodinâmica e reações de Combustão (SAMPAIO; BERNARDO; AMARAL, 2016) e ligações químicas com ênfase no conceito de ligações iônicas (LIMA; ARENAS; PASSOS, 2018).

As demais publicações não foram desenvolvidas em disciplinas regulares do currículo, mas em cursos de formação inicial e continuada envolvendo acadêmicos de Licenciatura em Química, como é o caso dos relatos de Goi e Santos (2014) e de Silva, Campos e Almeida (2017). O artigo de Silva e Mortimer (2012), trata de uma aplicação no PIBID realizada com acadêmicos dos cursos de Química e Biologia. Os conteúdos elencados nessas modalidades de formação, referem-se a conceitos de Química inorgânica (pH), substâncias químicas, reações químicas e Química Orgânica (polímeros) (GOI; SANTOS, 2014), radioatividade (SILVA; CAMPOS; ALMEIDA, 2017) e equilíbrio químico, acidez, basicidade, misturas, processos físico-químicos, fotossíntese, etc. (SILVA; MORTIMER, 2012).

A partir dos dados apresentados é possível perceber que os conteúdos químicos tem sido trabalhados em todas as modalidades de ensino nas publicações

encontradas, porém, 50% desses relatos se concentram apenas na articulação entre temas e problemas nas disciplinas específicas, sem considerar sua perspectiva para a formação pedagógica dos futuros professores. Nesse sentido, essas pesquisas enfocam o acadêmico como resolvedor de problemas, mas não os ensinam a trabalhar com metodologias didáticas. Considera-se relevante a aprendizagem dos conteúdos específicos por meio de metodologias alternativas de ensino, no entanto é importante a articulação entre as áreas específicas e pedagógicas, visto que, ambas constituem os conhecimentos básicos necessários para a formação docente. Corroborando com o exposto, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Licenciatura em Química, enfatizam, por meio do parecer CNE/CES 1.303/2001, que:

> O Licenciado em Química deve ter formação generalista, mas sólida e abrangente em conteúdos dos diversos campos da Química, preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de Química e de áreas afins na atuação profissional como educador na educação fundamental e média (BRASIL, 2001, p. 4).

Marcon (2011), considera que o conhecimento do conteúdo específico é fundamental para o sucesso da formação docente, uma vez que seu domínio amplia as possibilidades de intervenção didática. Todavia, o autor argumenta sobre a importância do conhecimento pedagógico, que segundo ele está relacionado com as maneiras de abordagem desse conteúdo em sala de aula, ou seja, é relativo ao conhecimento de estratégias sobre a representação do conteúdo, os procedimentos de instrução, demonstrações, explicações, analogias, metáforas, exemplos, tarefas de aprendizagem ou exercícios que podem auxiliar o estudante a entender o tópico de estudo.

Corroborando com a importância de um Ensino de Química pautado em conteúdos científicos e pedagógicos para a formação integral do acadêmico em formação inicial docente, compreende-se como fundamental os períodos destinados as Práticas Educativas (PED) vinculadas a disciplinas de cunho específico. Nesse momento, o futuro professor tem a oportunidade de relacionar os conteúdos estudados no nível superior com aqueles a serem ensinados na Educação Básica, promovendo assim, sua transposição e, consequentemente, propiciando uma aprendizagem significante para sua formação acadêmica.

2.7 FICHAMENTO

A partir da leitura das pesquisas encontradas anteriormente, emergiram as seguintes categorias de análise: Aspectos Pedagógicos utilizados na formação inicial de professores e Aspectos Formativos e Reflexivos sobre formação inicial docente, as quais passamos a tratar a seguir.

2.7.1 Aspectos Pedagógicos utilizados na Formação Inicial de Professores

Na primeira categoria, elencada nesse item como “Aspectos Pedagógicos utilizados na formação inicial de professores”, procurou-se investigar como os aportes pedagógicos relacionados à formação docente foram implementados. Essas características incluem as metodologias de ensino utilizadas, as estratégias didáticas e a autoria dos problemas pelos acadêmicos.

Considera-se relevante esclarecer que procurou-se restringir a busca de trabalhos a Metodologia de Resolução de Problemas e temas, no entanto, a partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave encontrou-se algumas publicações com mais de uma expressão metodológica, sendo essas incluídas na presente pesquisa e descritas a seguir.

Com relação às metodologias de ensino propostas nos relatos, percebeu-se que além da Metodologia de Resolução de Problemas são propostas a articulação com a Aprendizagem Significativa (MÍGUEZ, 2010); com o Ensino por Investigação (*indagación, inquery*) (CÁRDENAS; PADILLA, 2012); com Estudo de Casos (SAMPAIO; BERNARDO; AMARAL, 2016) e com o Ensino por Jogos (CAVALCANTI; SOARES, 2009).

Essas aproximações metodológicas podem indicar a flexibilidade do trabalho a partir de problemas, sendo utilizadas como metodologias didáticas ou estratégias de ensino em qualquer nível educativo, além de se adaptar com diversas perspectivas didático-pedagógicas. As demais pesquisas tratam da metodologia em questão englobando aspectos vinculados à Aprendizagem Baseada em Problemas. Essas relações decorrem, provavelmente, da origem da Metodologia de Resolução de Problemas como apresentado no segundo capítulo dessa dissertação.

Relativamente às estratégias didáticas encontradas nas publicações analisadas, percebe-se que são variadas, incluindo seminários, avaliações diversas,

pesquisas de campo, vídeos, reportagens, textos de divulgação científica, simulações computacionais e atividades experimentais. Essa pluralidade de métodos foi implementada antes, durante e após a entrega dos problemas, o que nos fornece indícios de que os recursos utilizados em aulas de graduação têm se diversificado ao longo dos anos, distanciando-se do perfil de trabalho tradicional.

Outro aspecto que se considerou relevante analisar foi a elaboração de problemas pelos acadêmicos. Item esse que foi visualizado apenas nos artigos de Goi e Santos (2014) e Sampaio, Bernardo e Amaral (2016). A pesquisa de Goi e Santos (2014) descreve o desenvolvimento de cursos nos quais houve a autoria de problemas pelos cursistas. Já o trabalho de Sampaio, Bernardo e Amaral (2016) trata da resolução de uma situação-problema e posterior elaboração de problemas pelos acadêmicos, embora não os apresente.

Ainda que a autoria de problemas seja considerada relevante no contexto desta pesquisa, não nos surpreende que apenas dois trabalhos apresentem esse aspecto, visto que, na maioria dos artigos encontrados a Metodologia de Resolução de Problemas foi proposta como estratégia para o domínio de conceitos. Dessa forma, argumenta-se sobre a importância de o futuro professor receber a oportunidade de elaborar seu material didático, considerando os objetivos estabelecidos pelos próprios acadêmicos, incluindo a construção e resolução de problemas que os oportunizem se familiarizar com a profissão docente (CÓRTEZ; DE LA GÁNDARA, 2006).

2.7.2 Aspectos Formativos e Reflexivos sobre Formação Inicial Docente.

A segunda categoria proposta nessa etapa da revisão bibliográfica se refere aos aspectos formativos e reflexivos encontrados nas publicações a respeito da formação inicial de professores. Nesse sentido, apenas quatro dos artigos analisados apresentam questões relativas a esse tópico. As demais publicações não apresentaram de forma explicita reflexões sobre a formação docente, exceto com relação à apropriação do conteúdo.

O artigo intitulado “O uso do jogo de roles (*roleplaying game*) como estratégia de discussões e avaliação do conhecimento químico” aponta reflexões com os licenciandos sobre a importância do domínio dos conhecimentos químicos, bem como a respeito da relevância do processo de avaliação em diferentes estratégias metodológicas. O trabalho também destaca o papel do professor formador como

principal potencializador da reflexão sobre as ações docentes nos cursos de formação inicial.

Com relação ao trabalho denominado “O projeto Água em Foco como uma proposta da formação no PIBID”, destacaram-se as reflexões relativas a inserção do acadêmico no cotidiano escolar da Educação Básica, bem como a participação dos mesmos no desenvolvimento de metodologias com caráter inovador e interdisciplinar. Além disso, foram discutidos os limites e potencialidades dos diversos métodos de ensino, da produção de materiais didáticos de autoria própria, do uso de abordagens comunicativas e do ensino por investigação.

O relato intitulado “Formação de professores e o desenvolvimento de habilidades para a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas”, descreve uma preocupação com a prática reflexiva dos cursistas ao elaborar e resolver problemas, bem como, sua implementação em sala de aula.

O artigo intitulado “A Metodologia de Resolução de Problemas: Uma experiência para o estudo de ligações químicas”, propõe uma discussão reflexiva com os acadêmicos sobre o processo emancipatório e permanente da formação docente; a importância entre a articulação de teorias e atividades práticas em sala de aula e as contribuições das inovações pedagógicas na atuação do futuro professor.

Essas publicações se destacam pela defesa da necessidade de formar professores que reflitam sobre sua prática, no intuito de melhorá-las ou modificá-las. Corroborando com o exposto, Schön (1992) argumenta que a formação de um profissional reflexivo se assenta em três aspectos centrais: a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão sobre reflexão na ação. A primeira se refere às ações profissionais e se relaciona com a observação e reflexão do professor sobre a forma como procede em sua prática profissional, conduzindo-o para um pensamento crítico sobre sua própria atuação.

O segundo aspecto, “reflexão sobre a ação” se refere diretamente na atuação presente do professor e consiste na análise de sua prática por meio de reconstruções mentais, permitindo ao profissional uma visão posterior de como ocorreu a condução de sua aula, seus pontos negativos e positivos, bem como esses aspectos foram resolvidos. O terceiro aspecto “reflexão sobre reflexão na ação”, diz respeito a reflexão de ações anteriores com vistas a projetar novas práticas futuras (SCHÖN, 1992).

Embora as vertentes reflexivas encontradas nas publicações analisadas sejam poucas, acredita-se que elas são relevantes pois, a formação de um profissional crítico

em relação as suas próprias ações é uma alternativa para enfrentar as dificuldades decorrentes da profissão docente. Além disso, um dos objetivos da formação de profissionais reflexivos para o ambiente escolar é formar cidadãos críticos, capazes de pensar por si próprio e ponderar sobre informações que a realidade nos apresenta, transformando-a em conhecimento a partir do pensamento questionador.

2.8 ORGANIZAÇÃO LÓGICA DO ASSUNTO

Nessa etapa apresenta-se os artigos que são referentes à articulação de temáticas e Metodologia de Resolução de Problemas na formação inicial docente em Química. Nesse sentido, foram excluídos os materiais que tratam conceitos como temas, bem como os que focam suas pesquisas em outras metodologias de ensino. O Quadro 8, apresenta os seis artigos selecionados a partir do total de 14 publicações.

Quadro 8: Publicações selecionas sobre temáticas e problemas na formação inicial docente em Química.

Ano	Periódico	Título	Autor
2012	QNesc	O Projeto Água em Foco como uma Proposta de Formação no PIBID.	SILVA, P. S; MORTIMER, E.F;
2013	SEI	An examination of preservice primary teachers' written arguments in na open inquery laboratory task.	MCDONALD, C.
2014	IENCI	Formação de professores e o desenvolvimento de habilidades para a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas.	GOI, M. E. J; SANTOS, F. M. T.
2017	EENCI	Situação-Problema sobre Radioterapia no Ensino Superior de Química: Contextos de uma Investigação.	SILVA, F. C. V; CAMPOS, A. F; ALMEIDA, M. A. V.
2018	QN	A Metodologia de Resolução de Problemas: Uma Experiência para o estudo das Ligações Químicas.	LIMA, F. S. C; ARENAS, L. T; PASSOS, C. G.
2018	EQ	Aprendizaje Basado en Problemas: Em qué tempo se despompone la leche pasteurizada a temperatura ambiente?	OBAYA, A; RODRÍGUEZ, G. I. V; VARGAS, A. E. L; RODRÍGUEZ, Y. M. V.

Fonte: autor.

A publicação intitulada “O Projeto Água em Foco como uma Proposta de Formação no PIBID”, foi aplicada no âmbito do PIBID - Química e Biologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Inicialmente os licenciandos observam as aulas dos supervisores, auxiliando-os. Em um momento posterior os bolsistas, divididos em duplas ou trios, prepararam intervenções didáticas para serem aplicadas na escola levando em consideração o papel da experimentação para o Ensino de Ciências, por meio das disciplinas de Química e Biologia. As aulas ministradas pelos bolsistas foram gravadas e, posteriormente, analisadas e discutidas no grupo. O objetivo das filmagens foi verificar a tomada de consciência dos acadêmicos sobre os processos de ensino e aprendizagem, além de considerar as diferentes formas de abordagens comunicativas.

Depois de trabalhadas o primeiro conjunto de atividades, foi realizada uma intervenção nas escolas, nas disciplinas de Química e Biologia utilizando o projeto Água em Foco, que se relaciona com a qualidade da água e o consumo de peixes de uma lagoa situada em Belo Horizonte, ou seja, trata da investigação de um problema real da comunidade. As etapas de investigação envolveram pesquisas teóricas, de campo, experimentais, entre outras estratégias, que foram discutidas e analisadas no final do projeto, configurando o ato reflexivo das ações desenvolvidas.

A pesquisa denominada “*An examination of preservice primary teachers’ written arguments in na open inquery laboratory task*”, relata uma experiência realizada com acadêmicos do curso de Bacharelado em Educação, em uma disciplina de Química da Universidade localizada na Austrália. O objetivo da pesquisa foi analisar o tipo de argumentação adotada pelos acadêmicos a partir de um contexto sociocientífico que engloba um problema experimental aberto. A questão da habilidade argumentativa é destacada por Guimarães e Mendonça (2015, p. 2) ao sinalizar a relação entre a Metodologia de Resolução de Problemas à temas sociocientíficos, como pode ser observado no excerto a seguir:

> Em concordância com a ideia de que o desenvolvimento das habilidades argumentativas deve ser promovido por atividades realizadas no ambiente escolar (abordando especificamente o contexto sociocientífico), a literatura indica que os problemas para fomentar o desenvolvimento da argumentação podem explorar algum fato real ou semiautêntico que seja próximo da realidade dos indivíduos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem (GUIMARÃES; MENDONÇA, 2015, p. 2).

Nesse ensaio, uma situação-problema foi entregue aos acadêmicos sem nenhuma orientação anterior ou roteiro experimental, na qual eles deveriam desenvolver uma atividade prática para solucionar a questão. Além disso, foi solicitado aos licenciandos a explicação, em um seminário final, das teorias envolvidas no processo de solução, bem como a defesa das estratégias adotadas e a justificativa dos meios escolhidos para a solução do problema. A opção de não conceder uma descrição pormenorizada das atividades experimentais é prevista por Watts (1991, apud LOPES, 1994) ao tratar das classificações dicotômicas propostas para problemas. Nesse caso, a categoria seria denominada livre, ou seja, aquela que durante a resolução não é ofertado nenhum auxílio ao estudante.

O trabalho intitulado “Formação de professores e o desenvolvimento de habilidades para a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas”, refere-se à realização de cursos e uma revisão bibliográfica envolvendo a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas na formação de professores das disciplinas que compõem a área de ciências, tanto em nível inicial como continuada. Os cursos foram ofertados em eventos, extensões universitárias e nos cursos de Licenciatura em Química, Física e Matemática em duas Universidades do Estado do Rio Grande do Sul.

Nessa pesquisa foram apresentados exemplares dos problemas elaborados pelos cursistas, além da análise de acordo com a categorização proposta por Watts (1991 apud LOPES, 1994). O desenvolvimento de habilidades para o uso da Metodologia de Resolução de Problemas, a importância de o professor elaborar seu próprio material didático e as dificuldades na realização de atividades com esse viés metodológico, são itens salientados pelas autoras. A elaboração de materiais didáticos é amplamente discutida na Base Nacional Comum Curricular, ao enfatizar algumas mudanças que devem ocorrer na formação docente (BRASIL, 2018).

No artigo denominado “Situação-Problema sobre Radioterapia no Ensino Superior de Química: Contextos de uma Investigação” foi abordada uma situação-problema com licenciandos em Química. A temática utilizada foi proposta por se tratar de casos reais, no qual são usados conhecimentos químicos para o tratamento de radioterapia. As autoras enfatizaram o tema sob uma perspectiva positiva da Química que geralmente é vista com ênfase nos aspectos negativos, tais como acidentes nucleares, contaminação ambiental, etc.

A elaboração da sequência didática que permitiu a realização do curso, contou com o levantamento de ideias prévias dos acadêmicos participantes, análise do problema e formulação de hipótese, leitura e discussão de uma charge, atividades com simulações computacionais, aulas teóricas, leitura de textos temáticos e resolução da situação-problema proposta. A utilização de recursos que permitam ao professor transformar o conhecimento conceitual para o contexto escolar é defendido por Shulman (1987) ao sinalizar sobre os saberes docentes.

A pesquisa intitulada “A Metodologia de Resolução de Problemas: Uma Experiência para o estudo das Ligações Químicas” foi desenvolvida com acadêmicos do curso de Licenciatura em Química especialmente na disciplina de Estágio de Docência em Ensino de Química I, a partir da temática Salar de Uyuni. A sequência de desenvolvimento das atividades contou com a análise quantitativa do problema, projeção de hipóteses, elaboração de estratégias de resolução, solução do problema e análise dos resultados.

As autoras destacaram que a contribuição da experiência didática permitiu o desenvolvimento de habilidades conceituais, já que compreendeu estudos sobre o conteúdo de Ligações Químicas; procedimentais, por haver realização de atividades argumentativas e, atitudinais, visto que ocorreu a interação entre discentes e docentes durante as ações formativas, autonomia na proposição de hipóteses, capacidade para o trabalho em grupo.

O trabalho denominado “*Aprendizaje Basado en Problemas: Em qué tempo se descompone la leche pasteurizada a temperatura ambiente*?”, trata-se de um relato de experiência desenvolvido na disciplina de Físico-Química V, a partir do conteúdo de Cinética Química. A temática geral utilizada foram os alimentos, especificamente o leite.

Os autores objetivaram melhorar o ensino e aprendizagem dos conceitos de reações químicas, utilizando para isso, um problema para determinar o tempo útil do leite pasteurizado. Foram relatadas atividades de pesquisa e de cunho prático nessa publicação. Nesse contexto, Munhoz (2015) destaca a relevância do trabalho com problemas por articular uma série de atividades relacionadas a aprendizagem teórica e prática, interligando-as como forma de efetivar o processo de aquisição de conhecimento.

2.9 REDAÇÃO DO TEXTO

Na tentativa de responder o problema de pesquisa proposto no início deste capítulo: “De que forma a articulação entre Metodologia de Resolução de Problemas e temáticas vem sendo abordada na formação inicial de professores de Química?”, faremos um apanhado geral dos dados encontrados nas publicações pesquisadas.

Com relação ao uso de temas, observou-se uma variedade de enfoques que tratam dessa perspectiva metodológica, abrangendo temáticas com cunho conceitual até aspectos históricos. A partir desses dados, pode-se considerar que o uso de atividades temáticas em aulas da Educação Superior vem aumentando consideravelmente, o que pode indicar uma aprendizagem para o desenvolvimento de habilidades e competências sugeridas pelas Diretrizes Nacionais Curriculares para a formação profissional da carreira docente.

Em relação à Metodologia de Resolução de Problemas, constatou-se que grande parte dos estudos analisados evidencia como e quais problemas são desenvolvidos no âmbito universitário, além de expor os benefícios desses trabalhos em níveis cognitivos. Nesse contexto, verificou-se uma escassez de problemas predominantemente quantitativos, pois na análise realizada todos os problemas elencados tratavam de situações com cunho qualitativo ou associados a atividades experimentais sem a necessidade de recorrer a cálculos numéricos para a sua solução, segundo o referencial adotado para esta dissertação.

Sobre os aspectos curriculares, pode-se observar que as disciplinas especificas das áreas da Química são as que mais abordam os enfoques metodológicos adotados nessa dissertação. Em contrapartida, foram encontrados apenas três trabalhos que tratavam dessa articulação metodológica em disciplinas pedagógicas, o que pode evidenciar uma escassez nas publicações com esse viés na formação inicial de professores.

Outras pesquisas mencionaram a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas associadas a temáticas em cursos de extensão universitária ou no Programa de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Porém, em todas as disciplinas, cursos ou projetos houve uma intensa abordagem de conteúdos curriculares da disciplina de Química, o que traz indícios da importância atribuída pelos autores do conhecimento conceitual necessário para o exercício da profissão docente, como sinaliza Marcon (2011).

Quanto aos aspectos pedagógicos, verificou-se a possibilidade de interação entre a Metodologia de Resolução de Problemas e Temáticas associadas a outras metodologias de ensino, o que pode indicar a facilidade e exequibilidade da utilização desses eixos metodológicos na formação inicial de professores. Em relação aos aspectos formativos e reflexivos, apenas quatro dos 14 artigos abordavam, de alguma forma, questões vinculadas a reflexão dos futuros professores em relação as práticas educativas. Esse baixo índice é preocupante, visto que, os cursos de formação deveriam preparar os acadêmicos para o exercício integral do ofício profissional.

De uma forma geral, considera-se baixo o número de publicações que versam sobre os aspectos metodológicos propostos para essa pesquisa, já que, do total de 878 publicações apenas 14 estavam relacionadas à Química, o que corresponde a 1,59% dos trabalhos analisados. Esse índice se reduz à medida que, excluímos os artigos que tratavam de metodologias que não eram o foco dessa pesquisa e aqueles que abordavam os conteúdos como temáticas, sendo que dos 14 artigos iniciais apenas seis corroboram com o entendimento de temática proposto para essa dissertação, que se refere a assuntos que tratam de problemas socias ou cotidianos como apresentado no primeiro capítulo dessa pesquisa.

Considerando o trabalho proposto para essa dissertação, que se refere ao desenvolvimento de intervenções teórico-práticas com acadêmicos do curso de Química Licenciatura sobre a articulação entre temas e problemas e a partir dos dados obtidos por meio da análise bibliográfica realizada, denominaremos essa associação metodológica de Problemas Temáticos. No próximo capítulo, metodologia e contexto da pesquisa, ao se detalhar as etapas de trabalho desenvolvidas nessa dissertação, serão abordadas as características dos Problemas Temáticos, algumas recomendações para a sua elaboração, sugestões para seu desenvolvimento em sala de aula e a classificação dos mesmos.

CAPÍTULO III: METODOLOGIA E CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa acadêmica tem como pressuposto o ato de investigar algo que se desconhece a resposta, com o objetivo de obter informações acerca de um problema a ser resolvido (BICUDO, 2005). Nesse contexto, pretende-se coletar elementos que possam nos auxiliar na resposta do questionamento que guia essa dissertação: **"Como a elaboração de Problemas Temáticos pode contribuir na formação inicial de licenciandos em Química?"** Para tanto, prosseguir-se-á com a classificação da pesquisa, quanto a sua abordagem e aos objetivos adotados, sendo posteriormente apresentadas as etapas do seu desenvolvimento e a proposta para análise dos dados coletados durante a investigação.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Com relação ao tipo de abordagem, essa dissertação se caracteriza por ser predominantemente qualitativa. De acordo com Lüdke e André (1986), a pesquisa qualitativa tem o ambiente como fonte direta da coleta dos dados, sendo o pesquisador seu principal instrumento; a coleta de dados é predominantemente descritiva; o processo pelo qual se desenvolvem as atividades e os procedimentos são tão ou mais importantes do que os resultados alcançados e a análise dos dados tende a seguir um processo intuitivo. Para Flick (2009), a pesquisa de cunho qualitativo busca isolar causas e efeitos, operacionalizando relações teóricas, visando a medição e quantificação de fenômenos e o desenvolvimento de planos de pesquisa que permitam a generalização de descobertas para a formulação de leis gerais.

Quanto aos objetivos, classifica-se como: exploratória e explicativa. A pesquisa exploratória tem por finalidade a aproximação do pesquisador aos tópicos relativos ao seu objeto de análise, proporcionando-lhe uma familiaridade e aprimoramento de ideias (Gil, 2017). Neste caso, a pesquisa bibliográfica, apresentada no 2° capítulo dessa dissertação, objetivou o aprimoramento das ideias relativas às publicações de alguns periódicos nacionais e internacionais sobre a implementação da Metodologia de Resolução de Problemas articulada a temáticas na formação inicial docente.

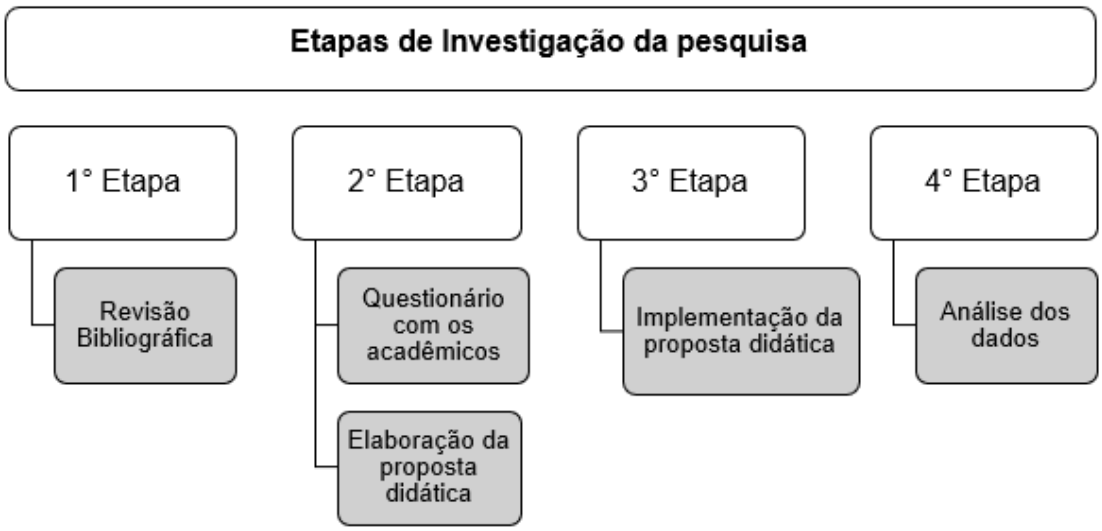
A pesquisa explicativa tem como propósito a identificação dos fatores que determinam ou que colaboram para a ocorrência de fenômenos (GIL, 2017). Dessa

forma, nessa dissertação, foram identificados os pressupostos do desenvolvimento da Metodologia de Resolução de Problemas associados a temáticas na formação inicial de professores por meio da pesquisa bibliográfica, o que nos permitiu aprofundar os conhecimentos necessários para a elaboração dos Problemas Temáticos, os quais foram posteriormente explicitados aos acadêmicos, sujeitos dessa pesquisa. Nesse contexto, prosseguiremos com a apresentação das etapas desenvolvidas nessa pesquisa.

3.2 ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO DA PESQUISA

A Figura 10 exibe um panorama das etapas de investigação que constituem essa dissertação.

Figura 10: Etapas da investigação da pesquisa



Fonte: autor.

Com base nas etapas indicadas na Figura 10, cada um desses momentos será detalhado considerando as ferramentas e materiais utilizados ao longo da pesquisa, bem como os instrumentos de coleta de dados usados em cada etapa. Além disso, serão descritos os tipos de análises empregadas para a avaliação das ações implementadas.

3.2.1 **1° Etapa: Pesquisa Bibliográfica**

A revisão bibliográfica, realizada na primeira etapa dessa pesquisa, nos permitiu analisar como tem sido trabalhada a articulação entre a Metodologia de Resolução de Problemas associada a assuntos temáticos na formação inicial de professores de Química. Além da ampla revisão bibliográfica sobre o assunto pesquisado, conforme descrito no 3° capítulo dessa dissertação, foram selecionados oito periódicos, sendo quatro deles nacionais e quatro internacionais para a realização da pesquisa bibliográfica que compreendeu o período de 2007 a 2018.

Essa etapa do trabalho é considerada importante, visto que, por meio dela, podemos verificar o reduzido número de publicações voltadas para a articulação metodológica proposta, a caracterização dos variados enfoques temáticos que vêm sendo utilizados nos ambientes de Educação Superior, a natureza dos problemas, o panorama curricular dos cursos e disciplinas que tem oportunizado o estudo dessas vertentes metodológicas, bem como os aspectos pedagógicos, formativos e reflexivos sobre a formação inicial docente.

Dessa forma, os dados coletados e analisados na etapa da pesquisa bibliográfica nos forneceram subsídios para o planejamento desse trabalho, assim como para a elaboração dos Problemas Temáticos cuja descrição e características serão apresentadas a seguir.

3.2.2 Problemas Temáticos

Devido a pluralidade de métodos utilizados para o trabalho com temas e o grande número de metodologias que se assemelham a Resolução de Problemas, propomos nessa dissertação nomear tais articulações de Problemas Temáticos. Pretendemos, dessa forma, englobar sob a perspectiva de um título a abordagem de situações-problema vinculadas a assuntos temáticos que demandam de conhecimentos científicos para sua reflexão e posterior resolução. O Quadro 9 apresenta as principais características dos Problemas Temáticos.

Quadro 9: Características dos Problemas Temáticos.

Caracterização dos Problemas Temáticos
Quanto à caracterização como problema:
Ser necessário pesquisas para solucionar o problema.
Não existir no problema, dados que possam levar a sua resolução imediata.
Ser passível da projeção de hipóteses.
Comportar mais de uma resposta ou diferentes meios para se obter a solução.
Apresentar nível adequado de dificuldade.
Quanto à caracterização do tema:
Contemplar uma temática.
Estar associado à realidade social ou cotidiana do estudante.
Fornecer elementos para análise de situações sociais sob perspectiva científica.
Quanto aos conteúdos:
Os conceitos selecionados devem ser suficientes para o entendimento da temática.
Os conceitos selecionados devem ser suficientes para responder o problema.

Fonte: adaptado de Pozo, 1998; Watts (1991 apud Lopes, 1994).

Essas particularidades permitem ao futuro professor considerar aspectos relativos as demandas sociais sob a perspectiva científica, o que pode possibilitar ao estudante desenvolver competências necessárias ao exercício da cidadania, além de atuar criticamente em questões amplamente difundidas na sociedade atual.

3..2.2.1 Recomendações para a elaboração dos problemas temáticos

Em um primeiro momento, é necessário a escolha de uma temática que possa ser trabalhada na Educação Básica. Salienta-se que a opção por qualquer assunto temático deverá representar o interesse do professor, da escola ou comunidade escolar, com a finalidade de atender as demandas formativas dos estudantes. Um segundo ponto, é a seleção de conceitos e conteúdos necessários para a relação com o tema escolhido.

É desejável que o problema formulado promova a articulação entre a tríade problema, temática e conteúdo, viabilizando um conhecimento contextualizado com embasamento teórico. Dessa forma, foram elencadas algumas questões passíveis de reflexão para a formulação dos Problemas Temáticos, descritos no Quadro 10:

Quadro 10: Itens propostos para formulação dos Problemas Temáticos.

O problema se refere a uma questão cuja resolução não é conhecida pelo estudante?
São necessárias pesquisas para que o estudante possa resolver o problema?
O problema aborda uma contextualização inicial sobre o tema pretendido de ser estudado?
Não existem no problema, dados que possa levar o estudante a solucionar a questão imediatamente por meio de fórmulas ou equações que ele já conhece?
O problema é passível da projeção de hipóteses?
O problema comporta mais de uma resposta ou diferentes meios para se obter a solução?
O problema apresenta um grau adequado de dificuldade para sua resolução?
O problema contempla a temática proposta para ser estudada?
O Problema Temático fornece elementos para a análise de situações sociais sob a perspectiva científica?
O Problema temático faz parte da realidade social ou cotidiana do estudante?
Existe relação entre o Problema Temático e os conteúdos selecionados?
Os conceitos selecionados são suficientes para que o estudante possa solucionar o Problema Temático?
A resolução ou possibilidade de resolução dos Problemas Temáticos permitem a construção de significados científicos?

Fonte: Adaptado de Pozo, 1998; Watts (1991 apud Lopes, 1994).

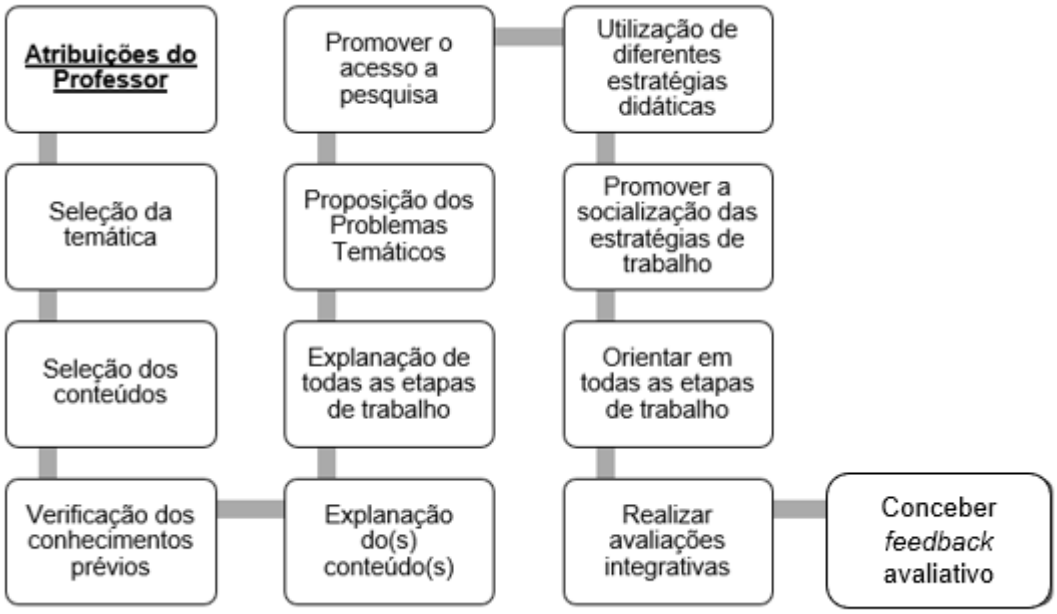
A partir das características dos Problemas Temáticos e das particularidades que podem ser levadas em conta ao projetar questões dessa natureza, entende-se que é necessário apontar uma possível estratégia de trabalho a ser seguida pelos futuros professores.

3.2.2.2 Sugestão para o trabalho em sala de aula

Este tópico engloba a atuação em sala de aula ou o planejamento desses encontros, a partir da verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito da temática em estudo, para posterior abordagem dos conteúdos. Entende-se que o professor possa, por meio desse levantamento prévio de concepções, optar pelas melhores condições para explorar o conjunto de informações a serem discutidas de modo a contemplar a temática, os conceitos e os problemas.

A síntese das etapas de trabalho, por meio dos Problemas Temáticos, a ser realizada pelo professor se encontra sistematizada na Figura 11.

Figura 11: Síntese das etapas de trabalho a ser realizada pelo professor.



Fonte: Adaptado de Zuliani e Ângelo, 2001.

A intensão de balizar o trabalho docente segundo as características elencadas na Figura 11, é dar subsídios para que o professor ou futuro docente possa refletir sobre sua prática, pois, embora o trabalho com Problemas Temáticos apresente uma sequência, ela não é fechada, permitindo adaptações em diversos momentos, segundo a necessidade de cada profissional. Entendemos que a realidade escolar é permeada por diferentes características que dependem da região onde é localizada e do público que a frequenta. Dessa forma, acreditamos que o professor poderá adequar os Problemas Temáticos a sua realidade, porém partindo de uma situação de cunho social ou cotidiano e perpassando, por meio da centralização no estudante, a uma nova leitura dessas situações, promovendo assim, a preparação para o exercício da cidadania.

Diante dessas considerações, sugere-se que os Problemas Temáticos sejam elaborados por blocos de três situações, com diferentes níveis de dificuldades, partindo do mais fácil ao mais complexo (BRUNER, 2008). Como os Problemas Temáticos vinculam questões cotidianas a conhecimentos científicos necessários

para sua compreensão, entendeu-se importante atribuir uma classificação para os problemas.

3.2.2.3 Classificação dos problemas temáticos

Considerando as diversas classificações existentes para problemas, como apresentado no capítulo anterior, incluímos este item com relação aos Problemas Temáticos que se diferenciam dos demais por abarcar em sua formulação assuntos temáticos. Nesse contexto, os Problemas Temáticos não abrangem a classificação de problemas fechados, visto que partem de um tema, é improvável a obtenção de resoluções dessa natureza. As demais classificações se referem ao tipo de problema formulado, bem como as características das resoluções e será descrita no Quadro 11;

Quadro 11: Classificação dos Problemas Temáticos.

Abertos: admitem problemas cuja solução ainda não foi encontrada.
Semiabertos: Delimitados dentro de um contexto previamente pensado pelo professor. Admite diferentes meios para se chegar à solução que já existe.
Teóricos: Problemas que não necessitam de atividades práticas ou experimentais para sua solução.
Práticos: Problemas que precisam de artifícios práticos ou experimentais para se chegar à solução.
Teórico-Práticos: Admitem procedimentos teóricos e práticos para se chegar à solução.
Quantitativos: Admitem operações ou procedimentos matemáticos para serem resolvidos.
Qualitativos: Não necessitam de raciocínio algébrico para serem solucionados.
Quanti-Qualitativos: Pode admitir raciocínios matemático e teóricos para se chegar à solução.

Fonte: Adaptado de Pozo, 1998; Watts (1991, apud Lopes 1994).

Diante das características abordadas, pretendeu-se possibilitar ao futuro professor compreender a importância de formular seu próprio material didático, além de contribuir com metodologias que viabilizem o processo de ensino e aprendizagem por meio dos Problemas Temáticos. Entendemos que esse processo de construção de materiais didáticos poderá contribuir para uma aprendizagem integral, vinculando

os conhecimentos específicos do conteúdo ao conhecimento de práticas pedagógicas que permitam sua aplicação no Ensino Básico.

Apresentaremos a seguir como foram desenvolvidas as etapas de trabalho com os acadêmicos, considerando para tanto, a formulação dos Problemas Temáticos segundo as características descritas anteriormente.

3.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA 2° ETAPA

Neste tópico serão especificados os processos que compõem a 2° etapa dessa dissertação, os quais ocorreram em uma fase anterior à implementação da proposta didática em sala de aula.

3.3.1 Questionário com os acadêmicos

No decorrer do segundo semestre de 2018, durante o estágio da pesquisadora em Docência Orientada foi desenvolvido um questionário (APÊNDICE A), no qual realizou-se um levantamento a respeito da concepção dos acadêmicos sobre as Práticas Educativas (PED) - períodos reservados ao exercício da transposição didática dos conteúdos estudados em componentes curriculares específicas da Química para o Ensino Básico. Além disso, por meio do questionário, objetivou-se compreender as expectativas dos licenciandos, com relação a PED, para a próxima disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental, cujo programa compreendia o período de 15 horas-aulas destinadas a estudos dessa natureza.

É importante salientar que os acadêmicos que responderam ao questionário são os sujeitos da pesquisa dessa dissertação. Nesse contexto, optou-se por realizar o primeiro estágio de docência na turma onde seria aplicado esse projeto, com o intuito de familiarizar-se com os sujeitos da pesquisa.

3.3.2 Elaboração da proposta didática

O planejamento da proposta didática e dos encontros com os acadêmicos teve início após a coleta de dados dos questionários referentes às concepções e expectativas dos licenciando em relação a PED, ao final do ano de 2018. Além disso, considerou-se, para a elaboração da PED, alguns itens já apontados na pesquisa

bibliográfica, como as estratégias de ensino utilizadas para o trabalho com problemas e temas na Educação Superior e as disciplinas constantes no currículo do Curso de Química Licenciatura. Tendo em vista que os acadêmicos cursavam o 3° semestre do curso, se fez necessário saber quais disciplinas os licenciandos já haviam cursado; além de pesquisar sobre os conceitos necessários de serem abordados no Ensino Básico, com o intuito de adequar a transposição das atividades que seriam desenvolvidas segundo as características atribuídas aos Problemas Temáticos.

As atividades foram estruturadas para a realização em determinados encontros específicos da disciplina, os quais ocorreriam nas terças-feiras, no turno da tarde, ao final das aulas da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental, durante o primeiro semestre do ano de 2019, compreendendo os meses de março a julho do corrente ano.

De forma geral, o planejamento da proposta didática foi organizado em quatro momentos, sendo eles: 1) pressupostos teóricos da Metodologia de Resolução de Problemas e enfoques temáticos; 2) Elaboração de Problemas: ensaio inicial; 3) Formulação dos Problemas Temáticos; 4) Produção dos planos de aula. O Quadro 12 especifica cada um desses momentos.

Quadro 12: Planejamento da Proposta Didática

(continua)

Planejamento da Proposta Didática	
Momentos	**Descrição**
1° momento: pressupostos teóricos da Metodologia de Resolução de Problemas e enfoques temáticos	O primeiro momento foi destinado a apresentação dos referencias teóricos relativos a Metodologia de Resolução de Problemas e temas no Ensino de Ciências. Acreditamos que essa etapa foi relevante para que o licenciando pudesse conhecer algumas metodologias voltadas ao trabalho com temas e Resolução de Problemas.
2° momento: Elaboração de Problemas: ensaio inicial	Com o intuito de que os acadêmicos se apropriassem de meios para a elaboração de problemas, propomos nessa etapa, a criação de problemas contextualizados.
3° momento: Formulação dos Problemas Temáticos	Nesse momento, apresentamos o embasamento teórico dos Problemas Temáticos, além de propormos a elaboração de questões dessa natureza.

Quadro 12: Planejamento da Proposta Didática

(conclusão)

4° momento: Produção dos planos de aula	O quarto momento, refere-se a etapa em que os acadêmicos planejaram a transposição dos Problemas Temáticos para o contexto de sala de aula, por meio do plano de aula.

Fonte: autor

3.4 ETAPA DE IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Essa etapa refere-se à implementação da proposta didática com os acadêmicos do 3° semestre do Curso de Química Licenciatura, nas horas-aulas destinadas às Práticas Educativas da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental. Para uma melhor organização e detalhamento das atividades desenvolvidas, essa etapa será subdividida em dois tópicos: Contexto e sujeitos da pesquisa e descrição dos encontros.

3.4.1 Contexto e sujeitos da pesquisa

Essa pesquisa foi realizada com 13 acadêmicos do Curso de Química Licenciatura, na disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental, nas horas-aulas destinadas as Práticas Educativas. Os encontros foram realizados na Universidade Federal de Santa Maria, no campus sede, localizado no bairro Camobi, Santa Maria, RS. Dentre os participantes envolvidos nessa pesquisa, seis (46,15%) são do gênero feminino e sete (53,84%) do gênero masculino, com idades que variam entre 18 a 23 anos de idade.

A disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental tem como objetivo, segundo o programa da disciplina, capacitar o acadêmico para:

> Preparar e padronizar soluções;
> Analisar quantitativamente materiais desconhecidos;
> Desenvolver o raciocínio;
> Adquirir metodologia de trabalho em laboratório;
> Aplicar os conhecimentos adquiridos fazendo transposições de conteúdos de Química Analítica Quantitativa em experiências para o Ensino Médio, através de montagem e apresentação de seminários (UFSM, 2018).

O último item diz respeito às finalidades das Práticas Educativas, que requer do licenciando a capacidade de transpor os conteúdos estudados no Ensino Superior para o Ensino Básico, adequando-os conforme o grau de complexidade necessário a esta etapa de educação, por meio da “montagem e apresentação de seminários” (UFSM, 2018). Dessa forma, justifica-se a escolha pela disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental, que tem como pressuposto a transposição dos conteúdos acadêmicos para o Ensino Básico, item fundamental para a elaboração dos Problemas Temáticos pelos licenciandos.

3.4.2 Descrição dos encontros

Os encontros realizados com os acadêmicos do 3° semestre do curso de Química Licenciatura foram implementados no período do primeiro semestre de 2019, compreendendo os meses de março a julho. Durante a realização das intervenções foram desenvolvidas as atividades descritas no Quadro 13, contemplando 31 horas de aplicação presencial e a distância.

Quadro 13: Atividades desenvolvidas durante os encontros.

(continua)

Data	Intervenção	Período	Tarefa	Modalidade
12/03	-	30 min	- Solicitação para que os acadêmicos respondessem ao questionário inicial, disponibilizado virtualmente.	À Distância
19/03	1° encontro	3h	- Apresentação da proposta de trabalho sobre a PED. - Solicitação de leitura do texto intitulado: “O Ensino de Química através de temáticas: Contribuições do LAEQUI”.	Presencial e à distância
02/04	2° encontro	2h	-Discussão do texto; - Apresentação do seminário sobre temáticas no Ensino de Química	Presencial
09/04	3° encontro	2h	- Apresentação do seminário sobre Metodologia de Resolução de Problemas: Pressupostos teóricos	Presencial
23/04	4° encontro	4h	- Exercitar a elaboração de problemas, a partir de textos disponibilizados pela pesquisadora, além de materiais como livros didáticos. - Formação de grupos de trabalho (acadêmicos).	Presencial e à distância

Quadro 13: Atividades desenvolvidas durante os encontros.

(conclusão)

28/05	5° encontro	4h	- Apresentação dos Problemas elaborados pelos acadêmicos. - Avaliação e validação da Ficha para avaliação dos problemas.	Presencial
04/06	6° encontro	6h	- Apresentação do seminário sobre Problemas Temáticos pela pesquisadora. - Sorteio dos conteúdos; - Solicitação da elaboração dos Problemas Temáticos; - Solicitação da elaboração do plano de aula.	Presencial e a distância
18/06	7° encontro	4h	- Apresentação dos Problemas Temáticos elaborados pelos acadêmicos. - Reformulação dos grupos para avaliação dos Problemas Temáticos pelos colegas. - Retorno ao grupo de origem para apresentação das resoluções dos Problemas Temáticos, bem como sua validação pelo grande grupo.	Presencial e a distância
22/06	-	30 min	- Solicitação para que os acadêmicos respondessem ao questionário final, disponibilizado virtualmente.	À distância
02/07	8° encontro	4h	- Apresentação do plano de aula, por meio de seminário e entrega do material a pesquisadora. - Encerramento	Presencial
	Total	**31h**		

Fonte: autor

Os oito encontros descritos no Quadro 13 serão especificados nos próximos subitens, apresentando todas as atividades desenvolvidas durante os encontros com os acadêmicos.

3.4.2.1 Primeiro Encontro

Como salientado anteriormente, a pesquisadora já conhecia os acadêmicos, sujeitos dessa pesquisa, pois havia trabalhado com eles em uma disciplina anterior. Mesmo assim, no primeiro encontro foi realizada a apresentação dos licenciandos, já que haviam três novos integrantes ao grupo.

Em seguida, prosseguiu-se com a apresentação geral da proposta de trabalho a ser desenvolvida nas horas destinadas a PED (APÊNDICE B). A apresentação foi estruturada a partir das respostas dos acadêmicos ao questionário respondido por eles, sobre suas concepções e expectativas com relação a PED.

Nesse encontro estiveram presentes os 13 licenciandos, a pesquisadora e a professora titular da turma, orientadora dessa dissertação. Após a apresentação da proposta, a pesquisadora mencionou brevemente sobre a página do Laequi, cujos materiais da disciplina e da Prática Educativa estavam à disposição dos acadêmicos. Também foi disponibilizado o contato de e-mail da pesquisadora, bem como o seu Whats app® para comunicação.

Nessa oportunidade, foi apresentado aos acadêmicos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A), documento no qual estavam contidas as informações a respeito da pesquisa que seria desenvolvida, seus riscos e benefícios. Após a leitura desse material, os licenciandos foram convidados a participarem da pesquisa, os quais puderam manifestar sua decisão por meio da assinatura do referido termo de consentimento, que foi disponibilizado em duas vias, sendo uma entregue ao participante e a outra ficou com a pesquisadora.

No momento seguinte, foi solicitado aos acadêmicos a leitura do texto intitulado “O Ensino de Química através de temáticas: Contribuições do LAEQUI” (BRAIBANTE; PAZINATO, 2014) (ANEXO B), para a discussão no próximo encontro. O objetivo da leitura desse material foi começar a discussão sobre metodologias ou enfoques balizados a partir de temas no Ensino de Ciências e de Química. Além disso, foi solicitado aos licenciandos que respondessem ao questionário inicial (APÊNDICE C), que estava disponível no Google drive e compartilhado com os sujeitos desse trabalho.

3.4.2.2 Segundo encontro

No segundo encontro foram discutidos alguns pressupostos teóricos apresentados no texto lido pelos acadêmicos. Com a intenção de que os licenciandos se sentissem a vontade para participar do debate, algumas perguntas foram previamente elaboradas pela pesquisadora. Essas questões são apresentadas no Quadro 14.

Quadro 14: Questões elaboradas sobre o texto a respeito de temáticas.

1. Quais as principais contribuições do Ensino embasado por temáticas? 2. Quais as principais características vocês perceberam, entre as opções metodológicas, leis ou movimentos, citados no texto? 3. Vocês teriam alguma crítica ou sugestão para melhorar o ensino por meio de temáticas? 4. Quais são as principais críticas a respeito dos enfoques metodológicos balizados por temáticas? 5. Vocês consideram que o Ensino de Química por meio de temas pode contribuir para a aprendizagem dos estudantes? 6. Vocês consideram importante que os estudantes perceberam que a química está em nosso cotidiano e que não é apenas uma disciplina sem nenhum vínculo com a realidade?

Fonte: autor

A partir dessas questões, outras surgiram, permitindo o debate sobre metodologias que podem ser adotadas no Ensino de Ciências ou Química no Ensino Básico. Após a discussão do texto, a pesquisadora fez uma explanação sobre as principais metodologias de ensino fundamentadas a partir de temas (APÊNDICE D). Além disso, foram expostas algumas orientações presentes nos documentos oficiais para a educação no Brasil sobre a utilização de temas nas diversas modalidades e níveis de ensino.

3.4.2.3 Terceiro encontro

Nesse encontro, a pesquisadora apresentou um seminário sobre os pressupostos teóricos da Metodologia de Resolução de Problemas, incluindo os aspectos epistemológicos, psicológicos e pedagógicos que embasam esse método de ensino (ANEXO C) (GOI, 2015). O seminário expôs o histórico da Metodologia de Resolução de Problemas; algumas definições desse método e variações que originaram diferentes metodologias de trabalho nas diversas áreas do conhecimento.

Neste encontro tratou-se também das possíveis diferenças entre problemas e exercícios, das classificações propostas para cada tipo de situação-problema, segundo o referencial teórico adotado nessa dissertação, algumas orientações para a elaboração de situações dessa natureza e o papel do professor ao trabalhar com problemas em sala de aula. Foram disponibilizados, ainda neste encontro exemplares

de problemas já desenvolvidos pela pesquisadora em atividades com estudantes da Educação Básica.

3.4.2.4 Quarto encontro

Após a apresentação dos pressupostos teóricos básicos que fundamentam a Metodologia de Resolução de Problemas, passou-se à parte prática do trabalho. Dessa forma, para o quarto encontro, a pesquisadora selecionou alguns textos que tratavam de temáticas diversas, tais como: gases tóxicos, mineradoras de barragens, análises forenses em obras de artes, corantes naturais, recuperação de baterias usadas e pilhas biológicas (ANEXOS D-I), além de livros didáticos, com a intenção de disponibilizar aos acadêmicos bibliografia para a formulação de problemas.

Para o desenvolvimento dessa atividade, os licenciandos foram divididos em duplas e trios a sua escolha e, posteriormente, orientados a formular um bloco de problemas (3 situações-problemas), a partir dos textos temáticos. É importante destacar, que os textos foram disponibilizados com a finalidade de facilitar a elaboração dos problemas, visto que, essa era a primeira vez que acadêmicos elaborariam problemas. Dessa forma, eles tiveram a liberdade para escolher outras temáticas que não as dos textos disponibilizados.

Em seguida, os textos foram numerados e sorteados entre os grupos. A partir de então, foram entregues alguns livros didáticos para que os acadêmicos começassem a formular os problemas. Durante o restante desse encontro, a pesquisadora procedeu com a orientação dos grupos, passando em cada grupo para sanar as possíveis dúvidas. Ao final do encontro, ficou acordado entre os participantes e a pesquisadora, que o término da elaboração dos problemas poderia ser realizado à distância.

3.4.2.5 Quinto encontro

Antes da realização do quinto encontro, a pesquisadora orientou os acadêmicos, por meio de mensagem eletrônica, a escolher um dos problemas elaborados pelos grupos para a sua apresentação, juntamente com a resolução. A justificativa para essa diretriz, deu-se em função do tempo hábil para as

apresentações, já que, a pesquisadora havia formulado uma ficha de avaliação (APÊNDICE E), que deveria ser validada pelos acadêmicos.

No dia marcado para a apresentação da situação-problema elaborada pelos sujeitos dessa pesquisa, distribuiu-se aos participantes uma ficha de avaliação. Os acadêmicos foram orientados a analisar as informações contidas na ficha, bem como a sua forma de avaliação, perante a apresentação dos colegas. Nesse dia, a pedido da pesquisadora, duas professoras acompanharam a aula para auxiliar na análise da ficha de avaliação. Ambas as convidadas são colegas da pesquisadora, sendo uma delas doutoranda e professora da Educação Básica em uma escola do município de Santa Maria e a outra mestranda no mesmo Programa de Pós-Graduação. Achamos relevante a presença dessas professoras para que pudéssemos ter outras opiniões relativas ao instrumento avaliativo em questão.

Posteriormente, deu-se início as apresentações, seguidas da discussão plenária entre os participantes, pesquisadora e professoras convidadas para o preenchimento da ficha de validação. Ao final das apresentações, houve a discussão dos itens constantes na ficha, bem como da forma adotada para a avaliação dos problemas. Os acadêmicos sugeriram algumas alterações, tanto em relação as perguntas como ao modo de avaliação da ficha.

Acreditamos que esse encontro foi relevante para que pudéssemos nos guiar na fundamentação dos Problemas Temáticos que seriam apresentados para os acadêmicos na próxima aula, bem como validar a ficha de avaliação. Nesse contexto, pode-se dizer que a criação dos Problemas Temáticos contou com a participação de diversos sujeitos, entre eles os licenciandos, a pesquisadora, as professoras convidadas e a professora orientadora dessa dissertação.

3.4.2.6 Sexto encontro

No sexto encontro, ocorreu o seminário sobre a fundamentação dos Problemas Temáticos, apresentados pela pesquisadora (APÊNDICE F). Desse modo, os itens constantes na ficha de avaliação anteriormente respondida pelos sujeitos da pesquisa, transformaram-se em características e itens para reflexão na formulação dos Problemas Temáticos. Além disso, foram atribuídas características para o trabalho do professor em sala de aula, bem como as classificações conferidas aos Problemas

Temáticos, as quais foram explicitadas aos participantes como forma de orientação para a elaboração de questões dessa natureza.

Com o intuito de atender as especificações para o desenvolvimento da PED, que se relaciona com a transposição dos conteúdos do Ensino Superior para a Educação Básica, a pesquisadora selecionou alguns conteúdos que constituem a base da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental e que também são amplamente difundidos no Ensino Básico, para balizar os Problemas temáticos que seriam elaborados pelos acadêmicos.

Nesse contexto, selecionou-se os seguintes conteúdos: solução e solubilidade; estequiometria; equilíbrio químico; indicadores de pH; ácidos, bases e sais e oxirredução. Esses tópicos foram sorteados entre os grupos que foram orientados a desenvolver esses conceitos na elaboração e/ou solução dos Problemas Temáticos que deveriam ser criados pelos acadêmicos. Dessa forma, a produção dos novos problemas foi amparada por conteúdos frequentemente estudados em Química e não pela temática como na situação anterior, sendo de responsabilidade do licenciando escolher uma temática para a produção dos novos problemas.

Além disso, foram dados alguns encaminhamentos para a construção do plano de aula, o qual deveria conter, de maneira detalhada, como os Problemas Temáticos poderiam ser trabalhados na Educação Básica. Os itens sugeridos para a elaboração dos planos de aula foram os seguintes:

- Capa com Dados de Identificação
- Tema
- Temática
- Título
- Conteúdos selecionados e abordados
- Pré-requisitos (ideias prévias)
- Objetivos (geral e específico)
- Série a ser aplicado o plano
- Tempo – horas/aula
- Procedimento metodológico (problemas temáticos e respostas)
- Recursos didáticos
- Proposta para avaliação
- Cronograma

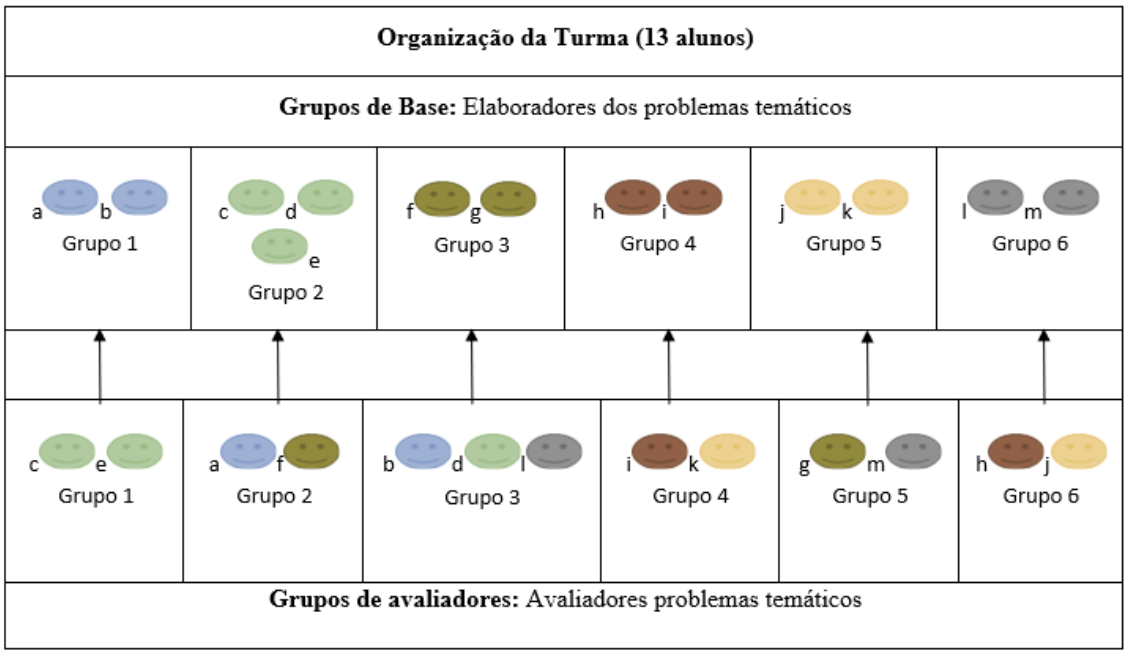
- Referências Bibliográficas

Ao final do encontro, a pesquisadora, em concordância com os participantes, marcou horários extras para o atendimento individual de cada grupo. Esses encontros foram importantes para auxiliar os acadêmicos na elaboração dos Problemas Temáticos, dissipar suas dúvidas quanto à adequação dos conteúdos e temáticas e na produção do plano de aula.

3.4.2.7 Sétimo encontro

O sétimo encontro foi dividido em três momentos. No primeiro, procedeu-se com a apresentação dos Problemas Temáticos elaborados pelos licenciandos. Ao término das apresentações, ou seja, no segundo momento, os acadêmicos foram remanejados entre os grupos, obtendo-se uma nova configuração das duplas e trios. Essa nova configuração dos grupos foi planejada para avaliação, por pares, das situações-problema apresentadas pelos colegas. A avaliação ocorreu por meio da reformulação da ficha de avaliação, anteriormente discutida (APÊNDICE G). A nova configuração dos grupos pode ser observada na Figura 12. No terceiro momento, após a entrega do material avaliativo para a pesquisadora, os grupos voltaram a sua formulação original para a apresentação das resoluções dos Problemas Temáticos e avaliação plenária de cada uma das situações elaboradas. Nessa etapa, cada um dos problemas e suas resoluções foram discutidos no grande grupo, a partir da avaliação realizada pelos colegas, por meio da ficha avaliativa.

Figura 12: Nova configuração dos grupos.



Fonte: autor

A Figura 12 indica, na parte superior, a configuração inicial dos grupos e na parte inferior sua reformulação. Dessa forma, pode-se observar que o grupo 1, por exemplo, inicialmente constituído pelos acadêmicos “a” e “b”, elaboraram um bloco de problemas que, a partir da nova configuração foi avaliado pelos licenciandos “c” e “e”, integrantes do novo grupo 1.

Por meio desse esquema, pretendeu-se, verificar se os problemas produzidos e apresentados pelos grupos base, poderiam ser caracterizados como Problemas Temáticos, segundo o embasamento descrito no início desse capítulo. Por outro lado, objetivou-se que nenhum dos acadêmicos ficassem no grupo que originou o problema.

3.4.2.8 Oitavo Encontro

No oitavo e último encontro ocorreu a apresentação dos planos de aula produzidos pelos acadêmicos. A finalidade dessa atividade foi verificar como os licenciandos utilizariam os Problemas Temáticos formulados anteriormente, em um contexto educativo. Ao final das apresentações, os materiais impressos foram entregues à pesquisadora.

No período intermediário ao sétimo e oitavo encontro, foi disponibilizado aos acadêmicos um questionário final (APÊNDICE H), cuja finalidade era verificar suas concepções em relação ao trabalho desenvolvido. Finalizou-se os encontros, com uma celebração de encerramento.

No item a seguir, serão descritas as formas de análise dos dados que utilizaremos nesta pesquisa.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A quarta etapa dessa dissertação corresponde a forma de análise dos dados obtidos ao longo do desenvolvimento dessa pesquisa, incluindo os Problemas Temáticos produzidos pelos acadêmicos do curso de Química Licenciatura. Dessa maneira, os próximos itens sintetizam a forma como realizou-se a análise do conjunto dessas informações.

3.5.1 Análise dos dados obtidos nas práticas educativas

Ao longo do desenvolvimento dessa pesquisa, diversos instrumentos para coleta de dados foram utilizados, tais como: questionário de concepções sobre a PED; questionário inicial e final; primeiros problemas elaborados; produção dos Problemas Temáticos; resolução dos Problemas Temáticos; ficha de avaliação e plano de aula.

Sendo assim, o Quadro 15, explicita os instrumentos utilizados na análise dos dados obtidos nessa dissertação.

Quadro 15: Instrumentos de análise dos dados obtidos.

Instrumentos utilizados para coleta de dados	Análise dos dados
Questionário de concepções sobre as PED;	Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (MARCON, 2013).
Questionários inicial e final	Escala Likert e Ranking Médio (ALEXANDRE et. al, 2003)
Problemas iniciais e Problemas Temáticos	Classificação (POZO, 1998; WATTS, 1991 apud LOPES, 1994). Classificação desenvolvida pela autora.
Planos de aula	Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (MARCON, 2013).

Fonte: autor

As produções textuais dos acadêmicos referentes ao questionário de concepções sobre as PED, serão analisados por intermédio da pesquisa qualitativa, mais especificamente pelo Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, proposto por Marcon (2011).

Com relação aos questionários respondidos pelos acadêmicos no início e final das intervenções didáticas, pretendemos analisá-los de acordo com a Escala Likert e cálculo do Ranking Médio. A Escala Likert pode ser definida como um instrumento de graduação simétrica, amplamente utilizado em questionários de pesquisas de opinião (ALEXANDRE, et. al, 2003).

Nessa pesquisa, optamos em utilizar a Escala Likert com cinco categorias, para as quais serão atribuídos valores de um a cinco para cada opção de resposta. Nesse sentido, pretende-se estabelecer uma abordagem quantitativa a fim de mensurar o grau de concordância dos participantes, baseados nos cinco pontos atribuídos a escala do tipo Likert (ALEXANDRE, et. al., 2003).

Dessa forma, utilizaremos o cálculo do Ranking Médio (RM), conforme Figura 13:

Figura 13: Fórmula para o cálculo do Ranking Médio

$$RM = \sum_{i=1}^{NT} \frac{Fi\ vi}{NT}$$

Fonte: Adaptado de BOLZAN; FLORES; GOI, 2014

Na Figura 13, RM corresponde ao Ranking Médio; Fi é a frequência observada por item do questionário e por resposta; vi é o valor de cada resposta e NT, representa o número total de informantes.

Os problemas elaborados pelos acadêmicos, serão analisados de acordo com as classificações propostas por Pozo (1998); Watts (1991 apud LOPES, 1994), além das categorizações elaboradas pela pesquisadora e descritas no início desse capítulo. Além disso, outras categorias de análise para as situações-problemas produzidas pelos licenciandos poderão recompor o referencial teórico utilizado na descrição dos fundamentos epistemológicos da Metodologia de Resolução de Problemas, anteriormente descritos no capítulo 2 dessa pesquisa.

Com relação à sequência de atividades desenvolvidas pelos acadêmicos e sua possível transposição para a Educação Básica, considerou-se analisá-las por meio de planos de aula. A análise desses instrumentos será realizada segundo o referencial proposto por Marcon (2013), que trata do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC), versão em português da expressão *Pedagogical Content Knowledge (PCK*). O PCK foi apresentado pela primeira vez por Shulman, em 1983, em uma universidade do Texas, podendo ser considerado a base do conhecimento profissional específico dos professores, referindo-se à intersecção entre os saberes do conteúdo específico e os saberes pedagógicos dos profissionais da educação (FERNANDES, 2011).

Shulman (1987), apontava para sete saberes[7] que constituem a base do conhecimento docente. Anos mais tarde, essa proposta foi reestruturada por Cochran et. al (1991), que passou a conceber um conjunto de cinco saberes, sendo eles: conhecimento do conteúdo, das características dos estudantes, dos contextos de aprendizagem e da pedagogia geral, "acrescidos de uma compreensão integrada e integradora desses quatro componentes: o conhecimento pedagógico do conteúdo" (MARCON, 2013, p.44). Com base nesses elementos, Marcon (2013), aponta as características de cada um dos itens listados anteriormente, os quais descreveremos brevemente.

De acordo com Marcon (2013), o conhecimento do Conteúdo está relacionado diretamente com a matéria a ser ensinada. No caso da formação inicial, esse conhecimento é dividido em duas categorias: os momentos de aprendizado e momentos de ensinamento. A primeira, se refere a como o acadêmico constrói, estrutura e embasa o conhecimento aprendido diante das demais áreas. A segunda, se relaciona com a forma como o futuro professor amplia a representação pessoal sobre o assunto a ser ensinado, o que depende do nível de conhecimento do conteúdo adquirido por ele. Nesse sentido, o autor argumenta que:

> O conhecimento do conteúdo remete, pois, às diferentes maneiras pelas quais o futuro professor pode tanto interpretar e aprofundar o seu nível de esclarecimento pessoal sobre a área da matéria, quanto gerir e adaptar essa mesma interpretação para que se torne compreensível aos alunos (MARCON, 2013, p. 47).

[7] Conhecimento do conteúdo; pedagógico geral; do currículo; dos alunos e suas características; do contexto educacional; dos fins, propósitos e valores educacionais e; pedagógico do conteúdo (MARCON, 2013, p.44).

O segundo tópico, está relacionado com o conhecimento sobre os estudantes e diz respeito às “particularidades sociais, culturais e psicológicas dos estudantes de diferentes idades” (MARCON, 2013, p. 49). Nesse sentido, o autor enfatiza, a importância de o acadêmico conhecer as características dos seus alunos para adaptar as situações de ensino e aprendizagem aos interesses e necessidades dos estudantes, bem como às demandas da disciplina de ensino. Esse item se relaciona com o contexto em que ocorrerá a situação de ensino. De acordo com Marcon (2013), o conhecimento do contexto é de extrema importância para os licenciandos, visto que:

> O conhecimento do contexto advoga, pois, em favor da necessidade de que os futuros professores conheçam, pormenorizadamente, os processos de organização e de gestão da sala de aula e da escola; as particularidades de vida dos alunos; as especificidades da escola e da comunidade na qual se insere a própria escola, os alunos e suas famílias; as dimensões governamentais, institucionais e políticas que incidem no sistema educacional; bem como as diversas maneiras pelas quais todos esses elementos podem influenciar no processo de ensino e aprendizagem e na aprendizagem e formação dos alunos (MARCON, 2013, p. 51).

Em relação ao contexto, o autor defende que um bom planejamento para a realização das práticas pedagógicas passa, inevitavelmente, pelo conhecimento dos acadêmicos do lugar onde será realizada a atividade. Diante disso, o autor prevê três ambientes que contemplam o conhecimento do contexto, sendo eles: o microcontexto, designado como a sala de aula; o mesocontexto, atribuído à escola e o macrocontexto como sendo a comunidade em que a escola está inserida (MARCON, 2013).

O quarto saber, integrante da base de conhecimentos necessários à formação inicial docente é o conhecimento pedagógico geral, que pode ser entendido como aquele que relaciona os fundamentos teóricos-metodológicos, estratégias pedagógicas, planejamento, organização e gerenciamento das situações de ensino e aprendizagem, de modo a superar o simples domínio de conhecimentos conceituais (MARCON, 2013). O autor subdivide esse tópico nos níveis macro, relacionado com a estrutura da escola; meso, alusivo a acessibilidade dos saberes aos estudantes e micro, referente à intervenção direta entre professor e estudante em sala de aula.

O quinto saber é justamente o conhecimento pedagógico do conteúdo, que pode ser compreendido como a intersecção dos outros quatro conhecimentos. No entanto, merece papel de destaque por que é o responsável pela união e modificação dos demais saberes integrantes da base do conhecimento, os influenciando e sofrendo a influência dos outros e, portanto, alterando a concepção dos futuros

professores com relação a distinção ou ênfase sobre um dos conhecimentos em específico. Nesse sentido, Marcon (2013), define o conhecimento pedagógico do conteúdo da seguinte maneira:

> O conhecimento pedagógico do conteúdo refere-se, portanto, a uma construção pessoal do futuro professor que, ao entrelaçar todas as suas vivências e todos os seus conhecimentos, estrutura uma concepção particular e aprofundada sobre o assunto visando ao seu ensino. Ou seja, o conhecimento pedagógico do conteúdo estabelece uma fusão entre conteúdo e pedagogia, para a qual se utiliza de elementos disponíveis nos conhecimentos do conteúdo, dos alunos, do contexto e pedagógico geral (MARCON, 2013, p. 73).

O autor ressalta para a necessidade dos cursos de formação inicial docente de aproximar o contexto de formação inicial do contexto de atuação profissional do professor da Educação Básica, ampliando a oportunidade dos acadêmicos de se confrontarem com os problemas e dilemas enfrentados diariamente nas situações de ensino e aprendizagem real (MARCON, 2013).

Acredita-se que os aspectos relacionados pela teoria do conhecimento pedagógico do conteúdo são relevantes por alavancar mudanças no perfil do acadêmico ao lhe atribuir as responsabilidades inerentes à profissão de professor, tanto em relação aos conhecimentos conceituais, como pedagógicos, proporcionando uma visão integradora da importância de ambos os saberes. Dessa forma, apenas os saberes relacionados com o conteúdo específico e pedagógico, constituirão a base para a análise dos planos de aula elaborados pelos acadêmicos, visto que, os mesmos não aplicaram as atividades.

O próximo capítulo abordará a análise e discussão dos resultados obtidos ao longo dessa pesquisa, incluindo os instrumentos de coleta e análise de dados indicados anteriormente.

CAPÍTULO IV: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esse capítulo destina-se a apresentação e discussão dos dados obtidos durante o processo de implementação do trabalho com Problemas Temáticos. Dessa forma, primeiramente serão discutidos os questionários de concepções dos acadêmicos e os questionários inicial e final. Em seguida passa-se a discussão dos primeiros problemas formulados pelos licenciandos e dos problemas temáticos e, por último discute-se os planos de aulas, em termos conceituais e pedagógicos.

Com o intuito de preservar a identidade dos participantes, os mesmos serão identificados por meio da seguinte descrição: Respondente 1, R1.; respondente 2, R2., assim sucessivamente e os grupos serão identificados da seguinte forma: Grupo 1, G1; Grupo 2, G2, etc.

4.1 QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES SOBRE AS PRÁTICAS EDUCATIVAS

Como já mencionado, o questionário de concepções sobre as práticas educativas foi elaborado e respondido antes da aplicação dessa pesquisa e será apreciado de forma qualitativa, considerando o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (MARCON, 2011). Da análise desse instrumento emergiu a seguinte categoria de análise: Concepções e expectativas dos acadêmicos em relação as Práticas Educativas.

A disciplina na qual esse instrumento foi aplicado, contava com 10 licenciandos matriculados, dos quais seis responderam ao questionário. Dessa forma, os excertos selecionados para discussão desse instrumento representam o total das respostas obtidas.

4.1.1 Concepções e expectativas dos acadêmicos em relação às Práticas Educativas

Por meio do questionário, verificou-se que todos os participantes que responderam ao instrumento de pesquisa já haviam, em algum momento do curso, cursado disciplinas que contemplavam as PED em seu programa de ensino. Quanto às atividades solicitadas nesse componente curricular em relação às PED, os acadêmicos, em sua totalidade, relataram apresentações de planejamentos didáticos

sobre determinados conteúdos já estudados em aula, geralmente abordando atividades experimentais e a formulação de questões que pudessem ser aplicadas a estudantes da Educação Básica. Os excertos seguintes exemplificam as solicitações:

> R1: apresentação de aulas de determinadas temáticas, apresentação de planejamento didático de determinadas temáticas/ assuntos e apresentação de aula prática experimental.
>
> R2: A atividade solicitada foi a elaboração e apresentação de um assunto que tivesse sido abordado nas aulas de Química Geral. Desta forma, foi elaborado um trabalho escrito com referencial teórico, uma apresentação em slides e uma aula de no máximo 15 min abordando o assunto.
>
> R3: Trabalho a partir dos conteúdos desenvolvidos em aula, assim os alunos apresentam aulas com assuntos de interesse.
>
> R4: Foi sorteado um conteúdo trabalhado durante o semestre, no meu caso, foi sobre soluções na disciplina de Química Geral experimental. Na prática, foi solicitada uma aula de 20 min apresentando o conteúdo e resolução de problemas além de uma prática demonstrativa.
>
> R5: Foi proposto aos alunos que dessem uma aula de algum assunto de química geral. Além disso, uma experimentação foi realizada. O tempo médio era de 20 min.
>
> R6: A atividade solicitada foi um experimento que fosse bem didático e que seria possível aplicar em sala de aula. A solicitação da atividade consistia em descrever o experimento e formular possíveis questões aplicáveis aos alunos.

Por meio dessas descrições é possível verificar uma forte tendência direcionada ao conhecimento do conteúdo e das habilidades relacionadas com a prática de atividades experimentais. Nesse contexto, Marcon (2013), sugere a divisão dos saberes relacionados aos conteúdos em duas categorias relativas à quando o acadêmico aprende e quando ensina. Para o autor, o conteúdo das disciplinas específicas possui grande relevância, tanto para ser ensinado como para ensinar, visto que, é considerado como um pré-requisito imprescindível para o desenvolvimento adequado das práticas educativas ministradas pelos acadêmicos.

Com relação às habilidades e competências necessárias ao educador, os documentos oficiais brasileiros enfatizam o trabalho no laboratório e o uso da experimentação como recurso didático (BRASIL, 2001). Dessa forma, pode-se concluir que as atividades relacionadas com a formação técnico-pedagógica têm sido desenvolvidas de forma a contemplar os requisitos específicos.

No que tange à pergunta a respeito das contribuições da PED para a formação acadêmico-profissional dos licenciandos, algumas das respostas indicaram não haver

ou haver de forma parcial o favorecimento da PED para a atuação futura como profissional da área do ensino, como pode ser observado nas argumentações a seguir:

> R1: Contribuiu parcialmente, visto que praticamente todas as práticas educativas anteriores visavam aulas para dar no ensino superior, não tendo enfoque no ensino médio, que será a área de trabalho de nós licenciandos.
>
> R2: Não, pois não houve um debate nem uma preparação anterior da prática didática, foi apenas uma apresentação e avaliação do nosso assunto. Dessa forma, não sei se fui claro e/ou transmiti o conhecimento de forma acessível.
>
> R3: Sim, pois me ajudou a entender e projetar uma apresentação de aula.
>
> R4: Sim, na parte de elaboração do conteúdo, de como ministrar uma aula. E de como se prepara uma atividade experimental.
>
> R5: As práticas educativas servem para que o aluno, futuro professor tenha uma primeira experiência com a sala de aula.
>
> R6: De certa forma sim, pois foi possível ter uma noção básica de como deveria ser formulada uma atividade experimental didática, de forma coesa para que os futuros alunos tivessem um bom entendimento da mesma.

Por meio das explicações dadas a esse questionamento, observou-se um certo descontentamento acerca das estratégias adotadas para a realização da PED. Nessa perspectiva Marcon (2013), sinaliza a importância dos conhecimentos adquiridos na formação inicial de professores para a atuação futura, por meio de estratégias planejadas com essa finalidade, incluindo pesquisas, aulas, observações, debates, situações de ensino e aprendizagem ministradas pelos próprios acadêmicos no contato com estudantes da comunidade ou na troca de experiências com os colegas.

Porém, se considerarmos apenas os componentes curriculares presentes nos currículos dos cursos de Química Licenciatura, as práticas pedagógicas, também designadas como práticas educativas, e os estágios curriculares parecem ser as principais formas de aproximar o acadêmico de questões inerentes a sua futura atuação como docente, visto que, demanda de planejamento, reflexão sobre o planejamento, ação e reflexão sobre a ação (SCHÖN, 1992). No entanto, ao observarmos os currículos dessa modalidade de ensino, veremos que os estágios curriculares são realizados, em sua grande maioria, no final dos cursos de licenciatura.

Na tentativa de intervir a respeito dessa realidade, as diretrizes curriculares nacionais para formação inicial em nível superior, defendem a inclusão de práticas pedagógicas em toda a extensão dos cursos de graduação, incorporadas às

“disciplinas que constituem os componentes curriculares de formação e não apenas em disciplinas pedagógicas” (BRASIL, 2002, p. 5). Dessa forma, evita-se deixar que o acadêmico possa assumir o papel de professor apenas nos estágios curriculares, desmistificando a concepção de que os estágios constituem o momento de colocar em prática o que se aprendeu na teoria ao longo da graduação, impondo-lhes o estigma de responsável pela formação pedagógica do licenciando.

Em relação a última questão, os acadêmicos levantaram algumas sugestões referentes às suas expectativas quanto às próximas PED. As proposições relatavam aulas práticas com materiais alternativos, atividades que despertassem o interesse dos futuros estudantes, bem como levar as atividades desenvolvidas para as escolas da cidade. As opiniões alusivas a esse questionamento podem ser conferidas nos excertos a seguir:

> R1: Atividades que pudessem ser desenvolvidas sem aparato experimental de laboratório, apenas com materiais presentes no cotidiano das pessoas, assim as práticas poderiam ser aplicadas em qualquer escola sendo ela desequipada ou não, ou seja de melhor estrutura.
>
> R2: Algo que instigue a curiosidade e demonstre como a Química é muito mais que cálculos, por que nossos futuros alunos não sabem disso. Além disso, que o trabalho contribua para nossa didática, afinal ele se chama “Prática Educativa”.
>
> R3: Trabalhos com conteúdos abordados em aula, na forma de seminários.
>
> R4: Poderia desenvolver alguma atividade diferenciada do conteúdo proposto de cada grupo.
>
> R5: Levar as experiências e conteúdos aprendidos para as escolas da cidade, mostrando para o ensino médio e fundamental.
>
> R6: Seminários

As sugestões dadas pelos acadêmicos nos guiaram na elaboração da PED, atividades que foram elaboradas juntamente com a observação dos componentes curriculares já cursados pelos licenciandos, da investigação de conteúdos amplamente desenvolvidos no Ensino Médio e por meio da pesquisa bibliográfica realizada. Dessa forma, a elaboração da proposta didática será argumentada no próximo tópico.

4.1.2 Justificativa para elaboração da proposta didática

Como descrito no capítulo 3 dessa dissertação, mais especificamente por meio do Quadro 12, quanto à elaboração da proposta didática que foi subdividida em quatro momentos, pretendeu-se contemplar as expectativas dos acadêmicos sobre as PED. Dessa forma, o primeiro momento considerou proporcionar aos acadêmicos uma exposição teórica acerca das metodologias que foram estudadas, assim como uma preparação para o início dos trabalhos práticos, aspecto destacado negativamente pelos licenciandos quando questionados sobre a contribuição das PED para sua formação.

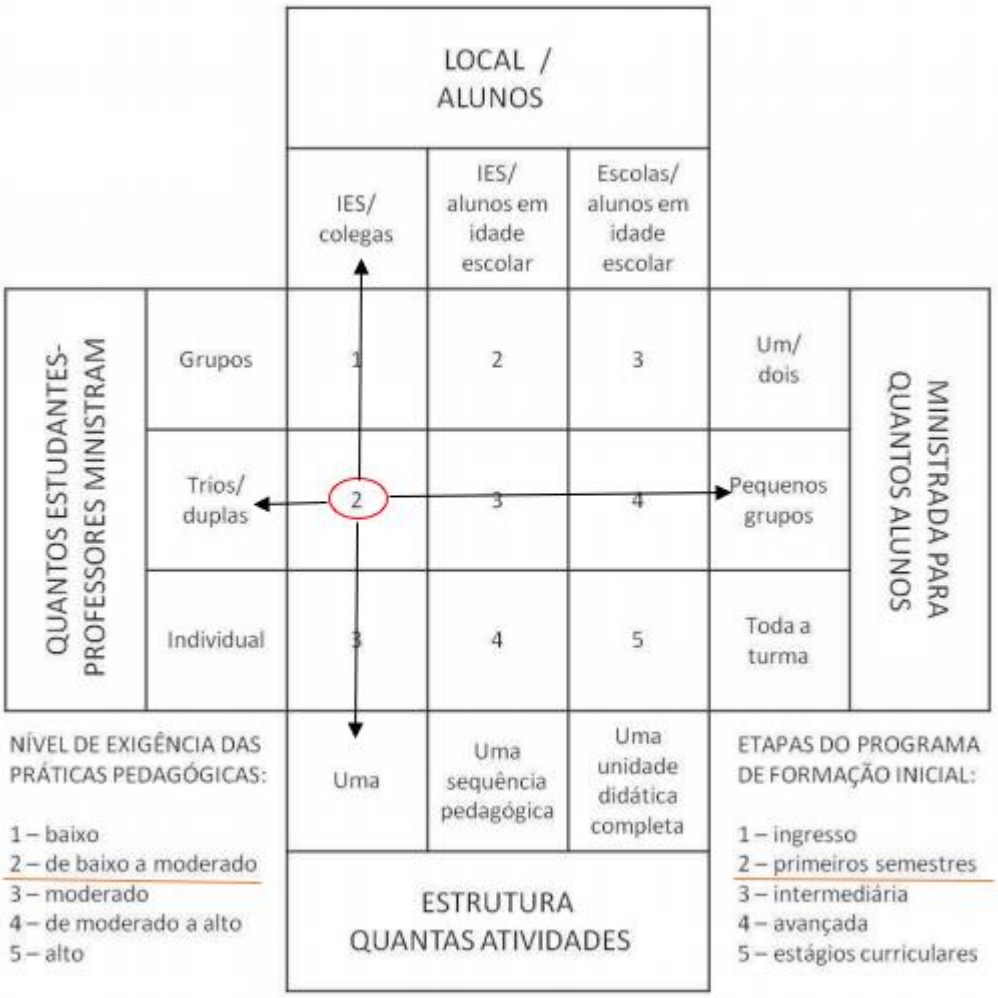
O mesmo ocorreu no segundo momento, quando os acadêmicos elaboraram seus primeiros problemas. Etapa em que se percebeu a necessidade de colocar em prática os conhecimentos metodológicos sobre temas e problemas. Entende-se que os sujeitos dessa pesquisa estão passando por uma construção de significados em relação aos conhecimentos inerentes à preparação para atuar como docente, nesse sentido, houve a intenção de um acompanhamento sistêmico e reflexivo, enriquecido pela construção de saberes conceituais e pedagógicos.

No terceiro e quarto momento, objetivou-se que os licenciandos utilizassem os conhecimentos adquiridos nas etapas anteriores, por meio da formulação dos Problemas Temáticos. Mesmo assim, houve um *feedback* quanto aos problemas projetados por eles, por intermédio do acompanhamento em encontros individuais com cada um dos grupos.

Além disso, a projeção da proposta didática seguiu os encaminhamentos de Marcon (2013), que salienta o reconhecimento do papel desempenhado pelas práticas pedagógicas, realizadas ao longo da formação inicial e antes do período de estágio, no processo de construção do conhecimento pedagógico dos conteúdos dos futuros professores.

Nesse sentido, o desenvolvimento dessa pesquisa nos espaços destinados às Práticas Educativas, teve por finalidade tentar colocar o licenciando na posição de professor, tendo como referência os critérios para planejamento das práticas pedagógicas propostas por Marcon (2013), conforme apresentado na Figura 14.

Figura 14: Níveis de exigência da Práticas Pedagógicas



Fonte: (MARCON, 2013, p. 148).

Por meio da Figura 14, é possível verificar a sistematização dos níveis de exigência das Práticas Pedagógicas em cada uma das etapas da formação inicial a partir da resposta a cada uma das cinco perguntas: 1) em que local?; 2) quem ministra?; 3) para quais estudantes?; 4) para quantos estudantes?; 5) sob quais estruturas?.

Dessa forma, o cruzamento entre os eixos horizontais e verticais da figura sobre “os números de 1 a 5 leva a identificação dos critérios a serem adotados para a seleção de cada prática pedagógica, o nível de exigência de cada uma delas, do momento em que será inserida no curso e da maneira como se estruturará” (MARCON, 2013, p. 148). Para exemplificarmos, argumentaremos com o número 2, que se insere na etapa de primeiros semestres do curso, como é o nosso caso.

Segundo Marcon (2013), o nível de exigência para as práticas pedagógicas para os primeiros semestres de curso, podem ser classificadas como de baixo a moderada.

Nesse sentido, o número 2 representa um número de baixa exigência e a prática pedagógica a ser ministrada pelos acadêmicos para os próprios colegas na universidade ou para pequenos grupos de estudantes de idade escolar. Ainda segundo Marcon (2013), as aulas ministradas pelos licenciandos nessa etapa da formação inicial deve ser realizada em duplas ou trios, ou em grupos, dependendo do grau de exigência solicitado. Sobre as atividades a serem ministradas pelos acadêmicos o autor sugere uma atividade, ou uma sequência didática, dependendo da complexidade do trabalho.

Nesse contexto, a proposta didática dessa pesquisa pode ser considerada de grau intermediário de dificuldade, na qual os acadêmicos são divididos em duplas ou trios para elaboração de uma sequência didática. Considera-se que o estudo sobre os meios de transpor os conteúdos estudados no Ensino Superior para a Educação Básica, deve permear todas as etapas da formação inicial de professores, assegurando, dessa forma um conhecimento pedagógico do conteúdo adequado em cada etapa de formação.

4.2 QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL: OPINIÃO DOS ACADÊMICOS

Uma das fontes de dados, relativas a opinião dos acadêmicos sobre o processo vivenciado nesse trabalho, refere-se aos questionários aplicados durante o processo de desenvolvimento da proposta didática. O questionário inicial (APÊNDICE C) teve por finalidade verificar a opinião dos futuros professores em relação às práticas educativas desenvolvidas ao longo da trajetória acadêmica dos licenciandos, a Metodologia de Resolução de Problemas e o trabalho com temáticas.

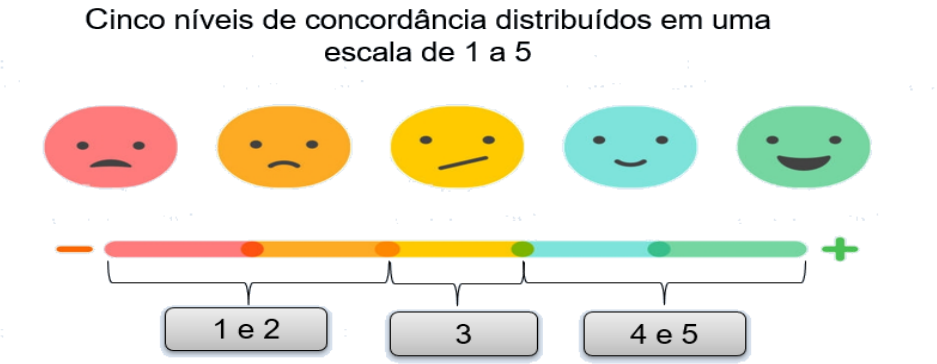
Já o questionário final (APÊNDICE H), objetivou averiguar a concepção dos sujeitos dessa pesquisa sobre os aspectos trabalhados no decorrer da proposta didática, incluindo os tópicos relativos a disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental, a formação inicial, ao trabalho com os Problemas Temáticos, a ficha avaliativa, ao trabalho com temáticas, a elaboração do plano de aula e, por fim, uma autoavaliação dos licenciandos.

Ambos os questionários foram elaborados compreendendo o modelo tipo Likert, que envolve em sua escala de verificação números que, por sua vez, estão

associados a indicadores para mensuração da concordância dos participantes em relação as afirmativas criadas (JUNIOR; COSTA, 2014). Nesse sentido, optou-se em utilizar cinco níveis de concordância distribuídos em uma escala de 1 a 5 (1= DT Discordo Totalmente; 2= D Discordo; 3= NO Não tenho opinião ou indeciso; 4= C Concordo; 5= CP Concordo Completamente) indicando, mesmo que implicitamente, a concepção dos licenciandos sobre as afirmativas propostas.

A análise dos escores, obtidos por meio do cálculo de *Ranking* Médio (Figura 13), indicam o nível de concordância dos participantes em cada item ao aproximar-se dos valores extremos de 1 a 5, ou seja, os pontos 1 e 2 sugerem um alto nível de discordância, enquanto que, os pontos 4 e 5 indicam um alto nível de concordância. O número intermediário, nesse caso o 3, aponta um nível neutro entre concordância e discordância, conforme demonstra a Figura 15:

Figura 15: Níveis de concordância e discordância



Fonte: Adaptado de Google imagens

Nos questionários inicial e final, além dos pontos atribuídos as afirmações (modelo *Likert*), foi solicitado aos acadêmicos que justificassem suas respostas. Assim, a análise desses instrumentos, será discutida considerando ambas as informações. Os excertos selecionados para a discussão desses itens (questionário inicial e final), considerará os diferentes exemplares de respostas, ou seja, respostas semelhantes, ou que indicam uma mesma perspectiva de raciocínio não serão apresentadas.

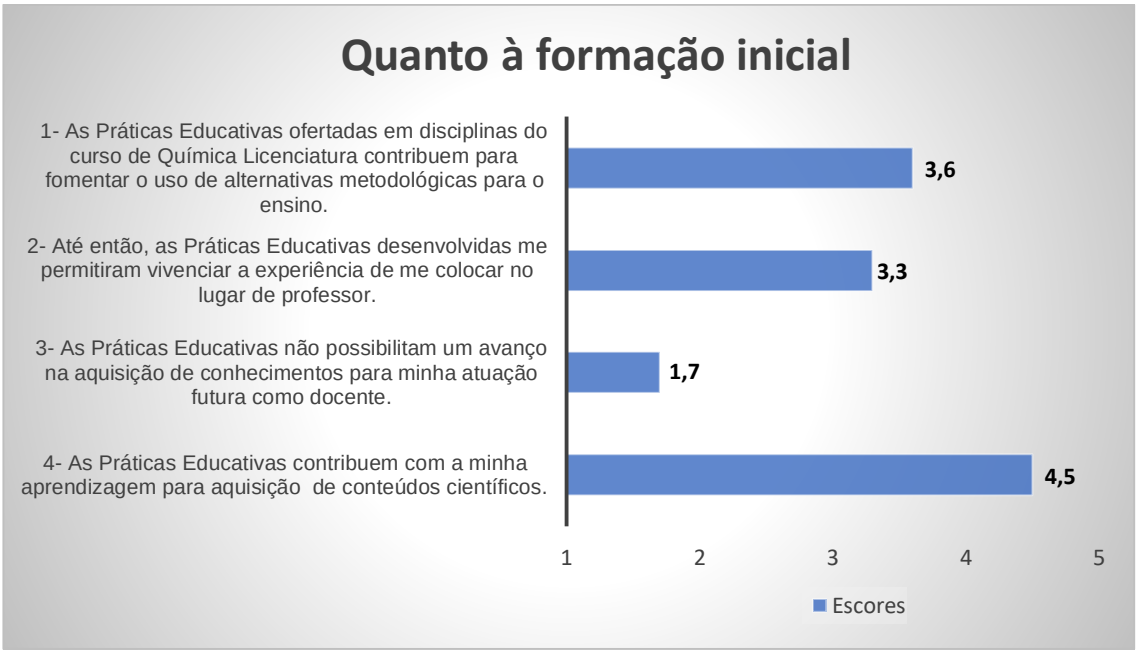
4.2.1 Questionário Inicial

O questionário inicial foi respondido por 10 dos 13 acadêmicos participantes desse trabalho. Sua análise foi organizada segundo os aspectos utilizados no próprio instrumento: a) Formação Inicial; b) Metodologia de Resolução de Problemas e, c) Trabalho com temáticas. Os próximos gráficos apresentam os escores das respostas obtidas.

a) Formação Inicial

Por meio do Gráfico 1, é possível verificar, que de forma geral, os acadêmicos não apresentam uma opinião bem estabelecida sobre as contribuições das práticas educativas para o fomento do uso de alternativas metodológicas no ensino, bem como, a respeito de vivenciar experiências que os possibilitem se colocar no papel de professor. No entanto, discordam da afirmação sobre a impossibilidade de avanços na aquisição de conhecimentos para sua futura atuação como docente, por meio das PED e concordam com a afirmação sobre a aquisição de conhecimentos científicos.

Gráfico 1: Quanto à formação inicial



Fonte: autor

Relativamente à primeira afirmativa, que obteve um escore de 3,6, algumas justificativas evidenciam uma preocupação dos graduandos que vai além do aspecto mencionado, no qual alguns respondentes explicitam as seguintes inquietações:

> R5: Antes de cursar a Metodologia no Ensino de Ciências, cadeira desse curso eu achava que sim, porém alternativas metodológicas para o ensino requerem uma carga horária superior não só para o estudo, mas também para debater essas alternativas e coloca-las em pratica. Não ofertaria essa cadeira ao meu ponto de vista, aumentaria talvez a carga horaria das cadeiras de educação no ensino de química, pois acho que esses assuntos demandam mais do que a carga horária referente às PEDs, inclusive, não vejo sentido ofertar essas cadeiras para a atual reforma, o colegiado ao meu ponto de vista não consultou os alunos da graduação ao fazer tal reforma.
>
> R6: As Práticas Educativas ofertadas no curso de Química Licenciatura normalmente são descontextualizadas do futuro âmbito de atuação dos docentes em formação, não propondo discussões sobre a formação dos estudantes, ou de assuntos relacionados ao ensino/aprendizagem, muito menos sobre o uso de metodologias alternativas no ensino. O curso de química Licenciatura está estruturado de forma muito despretensiosa com a formação e atuação dos futuros docentes, o foco se encontra inteiramente na área dura da Química (Técnicas de Laboratório, Cálculos, Teorias complexas) e não na formação de futuros professores.

Como é possível observar, as críticas recaem sobre a estrutura das práticas educativas, as considerando como momentos descontextualizados do viés educativo encontrado nas escolas. A esse respeito, Marcon (2011) sinaliza para um artificialismo das práticas pedagógicas realizadas em programas de formação inicial, que geralmente ocorrem de forma esporádica ou superficial, o que segundo o autor, não condiz com as necessidades formativas do futuro professor, por serem realizadas considerando ações irreais ou fictícias, desarticuladas do contexto da futura atuação profissional docente.

No tocante à “reforma” descrita pelo respondente 5, ele se refere a uma alteração no currículo do curso de Química Licenciatura, realizada no ano de 2018 e que passou a ser implementada, gradualmente, em 2019. Essa modificação retira as práticas educativas de disciplinas específicas que ocorriam ao longo da formação inicial e as institui como disciplina obrigatória a serem cursadas no sétimo semestre do curso. As atuais disciplinas, com carga horária de 30 horas/ aulas cada, passam a compor as seguintes denominações: Práticas Pedagógicas para o Ensino de Físico-

Química, Práticas Pedagógicas para o Ensino de Química Analítica, Práticas Pedagógicas para o Ensino de Química Inorgânica e Práticas Pedagógicas para o Ensino de Química Orgânica.

Como mencionado anteriormente, essas disciplinas serão ofertadas no sétimo semestre do curso, período no qual os graduandos já haveriam passado pelos Estágios Supervisionados de Ciências I e II, que devem ocorrer, respectivamente, no quinto e sexto semestres de graduação. No entanto, seu atual programa contempla algumas especificações relevantes para o Ensino de Química, que estão voltadas para a reflexão do ensino das diferentes áreas para o nível médio, uso de atividades experimentais e recursos didáticos para o desenvolvimento de ações em situações reais de ensino, considerando para isso, a análise dos aspectos ambientais fundamentados em pressupostos teóricos e metodológicas da área (UFSM – DEPARTAMENTO DE QUÍMICA, 2019).

De acordo com Broietti e Barretto (2011), a formação de professores vem sendo debatida em diferentes aspectos que perpassam pelas necessidades formativas, análise crítica da formação atual e propostas de reestruturação curricular, de maneira a abranger os conteúdos específicos e pedagógicos necessários para a atuação docente. No entanto, segundo o autor, a interação entre essas partes não tem ocorrido de forma proporcional, uma vez que, os currículos das licenciaturas são concebidos como meros apêndices ao currículo do bacharelado, constituindo-se como uma soma de conhecimentos, que muitas vezes pode ser comparado ao tradicional modelo 3 + 1. Nessa perspectiva, a formação nos três primeiros anos do curso de graduação é amparada por disciplinas de cunho específico e no último ano são ministradas disciplinas de natureza pedagógica, inviabilizando a unificação dos saberes específicos e pedagógicos.

Sobre a segunda alegação que compunha o Gráfico 1, as justificativas apresentadas indicam incertezas quanto à possibilidade do licenciando se colocar no lugar de professor por meio das práticas educativas.

> R2: É praticamente uma ajuda para o estágio para perder aquele "medo" de quando está ministrando a primeira aula.
>
> R4: Através das práticas educativas que tive até agora, pude ter uma breve ideia da experiência de ser professor, mas há ainda muito mais a ser melhorado, aprendido para que eu possa me colocar no lugar de um professor.

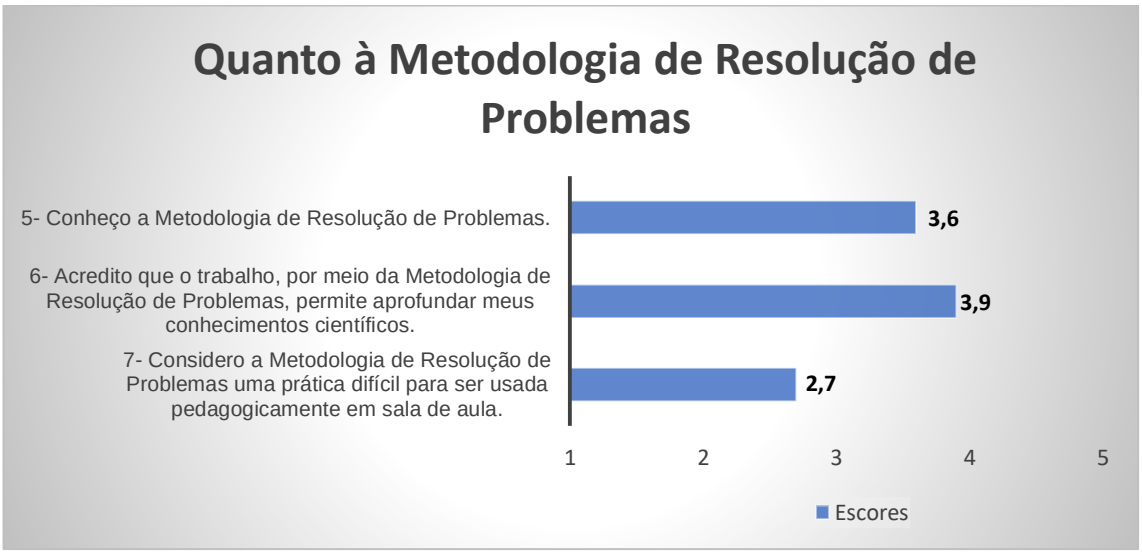
> R6: Nem um pouco, todas as práticas são descontextualizadas com a formação de futuros professores.
>
> R7: Sim, pois nos faz ter uma visão e uma experiência de como se deve preparar uma aula e como agir diante da docência.
>
> R9: Em certos momentos sim, já que é necessário pensar em uma forma de dar aula que busque o interesse do estudante.

Ainda que as respostas à essa afirmativa sejam permeadas por dúvidas, o que pode ser confirmado pelo escore obtido (3,3), alguns dos graduandos apontam alguns benefícios ofertados pelas PED, quanto a auxiliar na preparação para os estágios, no planejamento de aulas e na reflexão sobre como despertar o interesse dos alunos. A esse respeito, Villani e Freitas (2002, p. 225), discutem que a "a transição de aprendiz para professor é fundamental e difícil, exige tempo, espaço, esforço integrado, apoio, além de um conjunto de procedimentos para articular e elucidar as características do trabalho docente". Nesse sentido, é compreensível que os acadêmicos se sintam dúbios em relação a possibilidade de se pôr no lugar de professor, visto que, nesse período, cursavam o terceiro semestre do curso.

b) Metodologia de Resolução de Problemas

A análise do Gráfico 2, nos permite avaliar que os licenciandos parecem conhecer a Metodologia de Resolução de Problemas de forma superficial, já que acreditam no potencial desse método para o aprofundamento dos conhecimentos científicos, mas não sabem afirmar sobre a dificuldade ou não de usá-la em sala de aula.

Gráfico 2: Quanto à Metodologia de Resolução de Problemas



Fonte: autor

Os escores obtidos por meio das afirmativas propostas no Gráfico 2, são justificados pelo fato de alguns graduandos conhecerem e trabalharem com esta metodologia de ensino em grupos de pesquisas. No entanto, a alegação de um conhecimento superficial se efetiva frente as poucas argumentações apresentadas no questionário que se referiam a “ainda estou conhecendo” (R7) e “conheço, mas ainda não tenho um estudo muito aprofundado” (R9).

Onuchic e Morais (2013), enfatizam algumas ações no sentido de aprimorar a qualificação profissional docente por meio da Metodologia de Resolução de Problemas, que envolvem a universidade, professores formadores e graduandos em formação. O primeiro destaque é atribuído às Instituições de Ensino Superior ao considerar a necessidade de mudanças curriculares, visando atender as atuais demandas formativas dos cursos de formação inicial docente. O segundo aspecto se refere ao professor formador ao direcionar seu trabalho para novas tendências de ensino, entre elas a Resolução de Problemas e, aos acadêmicos ao se interessarem em conhecer novas práticas, engajando-se todos, em um movimento de mudança. Concepções também discutidas por Dewey ao caracterizar seu projeto de sociedade democrática (CUNHA, 2001).

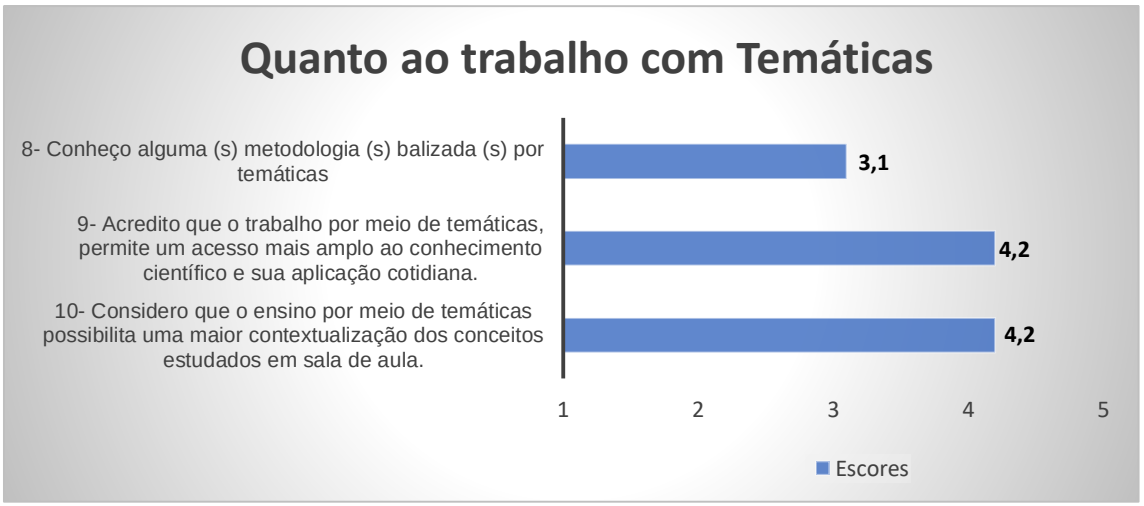
Passos e Santos (2010), argumentam sobre o papel do professor no trabalho com Resolução de Problemas: Formulação de argumentos que possam clarificar a

questão em estudo, visando a compreensão dos seus estudantes; orientação da investigação, considerando os aspectos científicos e o acesso a pesquisa e; interligação dos dados com as suposições levantadas com as perspectivas anteriormente discutidas. Já Gil-Pérez et. al (1999), salientam que uma das dificuldades dos professores em sala de aula é que eles não aprenderam a elaborar situações desafiadoras, o que corrobora com Pozo (1998, p. 69), ao sugerir que "se pretendemos que os alunos usem os seus conhecimentos para resolver problemas, é necessário ensinar-lhes ciências resolvendo problemas".

c) Trabalho com temáticas

No que se refere ao Gráfico 3, é possível inferir que embora os acadêmicos admitam a promoção do acesso ao conhecimento científico, sua aplicação cotidiana e a viabilização da contextualização de conceitos em sala de aula, eles parecem incertos quanto a conhecer metodologias de ensino fundamentadas em temáticas.

Gráfico 3: Quanto ao trabalho com temáticas



Fonte: autor

As justificativas que embasaram os escores retratados no Gráfico 3, parecem sugerir que os acadêmicos consideram importante a utilização de temáticas em sala de aula, mas que a orientação metodológica para o trabalho com questões dessa natureza não ficou evidente para eles, conforme descrito nos extratos a seguir:

R3: Conheço, porém não lembro exatamente da metodologia em si

R4: Não sei nomear.

R5: Ainda não conheço muito bem

R8:Não me recordo

Por meio das justificativas à primeira afirmativa, presume-se que o contexto temático dos conteúdos, seja por intermédio de metodologias ou dos documentos normativos da educação nacional, não tenha sido trabalhado com os acadêmicos, uma vez que, grande parte deles não reconhecem os métodos de ensino pautados em temáticas.

Considerando a orientação da BNCC (BRASIL, 2018), sobre o embasamento temático dos conteúdos, torna-se necessária a adequação dos cursos de formação docente em alinhamento à normativa estabelecida por esse documento. Nesse sentido, é oportuno que os futuros professores conheçam e identifiquem os meios pelos quais os processos de ensino possam ser desempenhados, e isso passa pelo estudo de métodos e documentos que favoreçam a promoção do ensino por temáticas.

Corroborando com nossos argumentos, o livro intitulado “Temáticas para o Ensino de Química: contribuições com atividades experimentais” (BRAIBANTE; BRAIBANTE, 2019), traz 13 capítulos temáticos que relacionam conteúdos da área da Química com eventos cotidianos que podem ser trabalhados em sala de aula, como é sugerido pelos documentos normativos da educação brasileira. Nessa obra, foram identificadas temáticas que contemplam estudos sobre alimentos, chás, agrotóxicos, odontologia, obras de arte, cores, tecidos, estética capilar, tintas para tatuagem, esporte, lixo eletrônico, minerais e química forense.

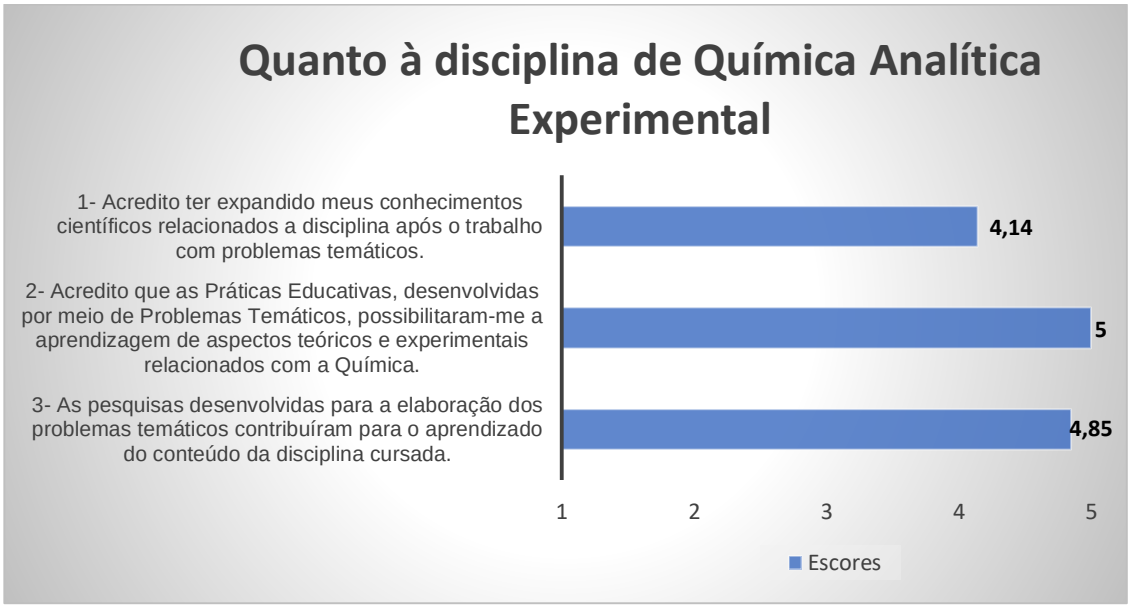
4.2.2 Questionário final

O questionário final foi disponibilizado para os acadêmicos ao final da proposta didática elaborada pela pesquisadora e teve como objetivo averiguar a concepção dos futuros professores em relação ao trabalho realizado. Esse instrumento foi respondido por sete dos 13 participantes da pesquisa. Sua análise seguirá a mesma forma de organização do questionário inicial, ou seja, será estruturado de acordo com os aspectos apresentados no próprio instrumento de coleta de dados.

a) Disciplina de Química Analítica

A análise do Gráfico 4 demonstra que os licenciandos concordam com a aquisição de conhecimentos científicos relativos à disciplina de Química Analítica por intermédio do trabalho desenvolvido na prática educativa. As justificativas que embasam os escores obtidos apontam para uma melhor compreensão das relações entre os conteúdos estudados com a proposta realizada.

Gráfico 4: Quanto à disciplina de Química Analítica Experimental



Fonte: autor

Sobre as duas primeiras afirmações os graduandos explicam que:

> R1: Com certeza, ainda mais na parte de relacionar um conteúdo nos problemas temáticos (primeira afirmação).
>
> R3: Concordo, pois através dos problemas temáticos abriu-se um leque de novos olhares em relação a disciplina que antes eu não havia percebido e isso devido a pesquisa que foi feita (primeira afirmação).
>
> R3: Concordo Plenamente, pois com o auxílio dos problemas temáticos pude como aluna notar uma diferença significativa na aprendizagem, esses problemas abrem direções diferentes para a qual devemos olhar e trabalhar em cima delas, e com isso melhorando a aprendizagem (segunda afirmação).
>
> R5: Sim, com certeza é uma ótima forma de se aprender Química (segunda afirmação).

Os argumentos dos licenciandos para essa assertiva, provavelmente decorrem da pesquisa realizada para a formulação e solução dos problemas temáticos, uma vez que, foi necessário relacionar e sistematizar as informações decorrentes das temáticas escolhidas com os conteúdos sorteados. Nesse contexto, pode-se inferir que quem formula problemas, como no caso dos licenciandos, aprimora os conhecimentos conceituais, um dos principais elementos para a carreira docente, como sinaliza Marcon (2013).

Com relação à terceira afirmação, obteve-se as seguintes declarações:

> R1: Com relação a PED sim, temos uma visão de como um problema temático pode se encaixar no dia a dia de cada um.
>
> R3: Concordo, pois no meu caso o uso da estequiometria que teve papel principal na resolução de problemas ajudou nos aspectos relacionados aos conteúdos da disciplina em si.
>
> R5: As pesquisas ajudaram dentro da nossa formação como professores e dentro das PED's, no que se diz respeito tanto à aprendizagem da metodologia, quanto a treinar nosso pensamento professor-aluno. Porém, não sei se contribuíram quanto aos conteúdos da disciplina de Qmc. Analítica Quantitativa Experimental.
>
> R7: Sim a pesquisa foi essencial.

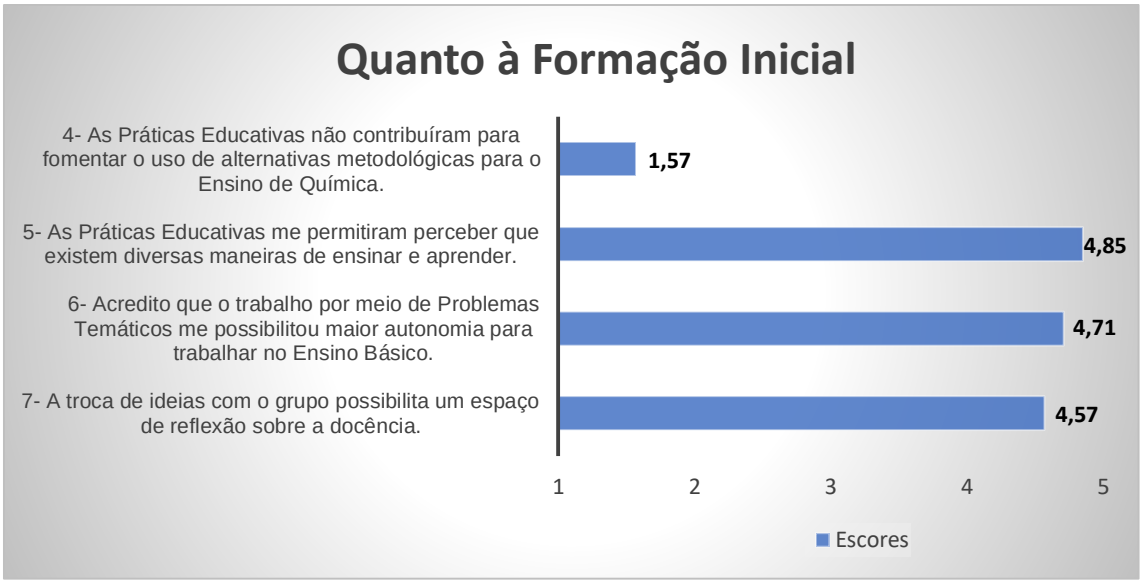
No discurso dos licenciandos sobre a terceira afirmativa é possível perceber, que embora o escore se aproxime do limite positivo (4,85), um dos respondentes acredita na contribuição da elaboração dos Problemas Temáticos apenas no que se refere a PED e seus conhecimentos pedagógicos como futuro professor, mas não sinaliza a mesma concepção sobre os conteúdos da disciplina. A esse respeito, argumenta-se que todos os conteúdos escolhidos (solução e solubilidade; estequiometria; equilíbrio químico; indicadores e pH; ácidos, bases e sais e oxirredução), constituem a base da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental e também são amplamente difundidos no Ensino Básico.

No entanto, é compreensível que por se tratar de conceitos básicos, tratados no decorrer do Ensino Médio, os graduandos não consigam visualizar sua contribuição para a disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental, já que esses conteúdos são abordados de forma mais aprofundada no Ensino Superior. Contudo, pode-se considerar que os assuntos curriculares sorteados se configuraram como uma revisão, a partir da qual os conceitos puderam ser reformulados em gradativas interpretações permitindo estruturar um entendimento expandido, como sinaliza Bruner (1978) sobre o currículo em espiral.

b) Formação Inicial

Quanto à formação inicial, os acadêmicos discordam que a PED não contribua para o fomento de alternativas metodológicas para o Ensino de Química, obtendo um escore de 1,57. Opinião essa, distinta daquela obtida no primeiro questionário, quando os licenciandos não pareciam ter uma posição definida quanto a contribuição das práticas educativas para sua formação inicial.

Gráfico 5: Quanto a formação inicial



Fonte: autor

Os escores médios das demais afirmativas indicam um alto nível de concordância dos futuros docentes quanto às diversas formas de ensino e aprendizagem, maior autonomia para o trabalho na Educação Básica e a relevância da troca de ideias com o grupo. Os trechos a seguir confirmam essas concepções:

> R3: Sem dúvida concordo plenamente, as práticas ajudaram a olhar para o ensino de uma maneira diferente, a pensar de modos diferentes e fazer a diferença em sala de aula quando eu for professora. Gostaria que todos colegas de curso pudessem ter essa experiência (opinião relativa a segunda afirmativa).
>
> R5: Durante a PED aprendemos a metodologia de resolução de problemas, porém ficou claro que essa é apenas uma das inúmeras ferramentas de ensino e aprendizagem (opinião relativa a segunda afirmativa).

As opiniões apresentadas parecem corroborar com o entendimento dos graduandos sobre as diversas formas de ensino e de aprendizagem. A relevância desse assunto implica na tomada de decisões sobre o uso de alternativas metodológicas para o ensino de Ciências/ Química. Dessa forma, é importante que os acadêmicos tenham acesso a diferentes métodos de ensino durante o período de formação inicial, para que quando exercer a profissão, possam optar por estratégias de ensino adequadas aos seus objetivos.

Além disso, é preciso observar que os futuros professores também estão em processo de aprendizagem, enquanto alunos de um curso de graduação, e talvez, a forma como eles aprendem determinado assunto, seja ele específico ou pedagógico, possa influenciar na maneira como eles ensinarão futuramente. Schnetzler (2012), ao tratar da formação docente, destaca alguns aspectos relacionados com a capacidade do professor-aluno para reelaborar os conhecimentos científicos, que dependem diretamente da estrutura dos cursos de formação e da mediação dos professores formadores. Entre esses saberes, a autora sugere que as disciplinas específicas cursadas nos cursos de graduação incluam conhecimentos relacionados a história e filosofia das ciências, o emprego de orientações metodológicas, interação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e as limitações e perspectivas do desenvolvimento científico, visando melhorias na formação e atuação dos futuros professores.

No que tange a terceira assertiva, referente a autonomia para o trabalho no Ensino Básico por meio dos Problemas Temáticos, os acadêmicos relatam que:

> R3: Ao trabalhar sobre os problemas temáticos pude me sentir mais a vontade com o ensino em si, tanto que quando tive que dar uma aula em outra ocasião me senti mais preparada, pude enfim me colocar de verdade no meu papel de professora (opinião relativa a terceira afirmativa).
>
> R5: Acredito que me deu uma boa base para começar minha vida profissional, ainda não me sinto completamente pronto, mas isso é algo individual (opinião relativa a terceira afirmativa).

Os relatos confirmam uma melhor preparação para o desenvolvimento das atividades relativas a profissão de professor. Contudo, é relevante salientar que os saberes docentes são desenvolvidos ao longo de uma trajetória que tem início formal na graduação e perdura por toda a vida profissional.

De acordo com Cardoso, Del Pino e Dorneles (2012, p. 2), a influência dos saberes docentes na formação inicial está na compreensão da complexidade das

práticas pedagógicas, que envolvem tanto “à própria atividade de ensinar quanto o fato de que os agentes dessa atividade são pessoas, com histórias, memórias, trajetórias, expectativas e experiências singulares”. Corroborando com o argumento dos autores, o parecer de um dos futuros professores sobre a reflexão em relação à docência por meio da troca de ideias com os colegas, aponta para a mesma perspectiva:

> R3: Sim, devido as vivências que cada um já teve, é muito importante essa troca de ideias entre futuros colegas de profissão (opinião relativa a quarta afirmativa).
>
> R5: Totalmente, principalmente sobre o quanto é necessário pensar no aluno antes de preparar qualquer aula (opinião relativa a quarta afirmativa).

Além dos aspectos relacionados aos saberes docentes, algumas teorias da aprendizagem consideram o estudo do comportamento como um princípio básico para o desenvolvimento cognitivo, como por exemplo a Teoria Sociointeracionista proposta por Vygotsky [1896-1934]. O estudo comportamental com vistas à aprendizagem recorre, por sua vez, a fundamentações da psicologia cognitiva que enfatiza etapas de desenvolvimento intelectual por meio de interações humanas, como sinaliza Bruner (2008).

Os pontos discutidos pelo autor sobre essas interações, refletem diretamente na educação escolar e se referem a importância da ação, da participação em atividades compartilhadas e da negociação de significados (BRUNER, 1978). Do ponto de vista pedagógico Damiani (2008), destaca que o trabalho em grupo, visa alcançar objetivos comuns, negociados em coletivo, que possibilita estabelecer relações não hierarquizadas, mas compartilhadas, além de confiança e responsabilidades na condução das atividades. O mesmo ocorre com relação à noção de experiência, proposta dor Dewey, que sinaliza para interações em processos naturais, os modificando mutuamente (TEIXEIRA, 2018).

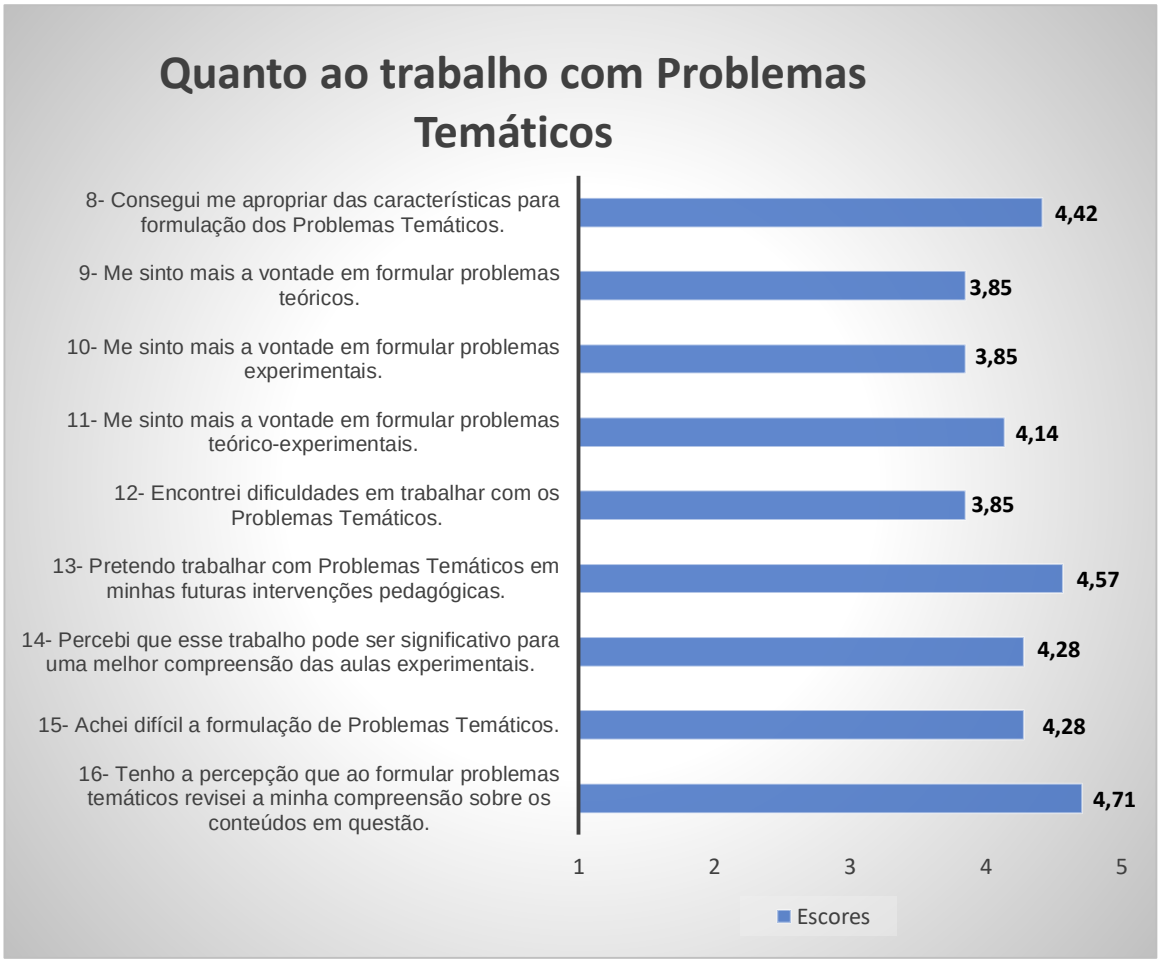
c) Problemas Temáticos

A análise do Gráfico 6, revela que os licenciandos acreditam terem se apropriado das características para formulação dos Problemas Temáticos, mas que sentiram certa dificuldade em desenvolver atividades dessa natureza. Quanto a elaboração dos Problemas Temáticos, os acadêmicos demonstram maior segurança

na produção de situações teórico-experimentais, ao invés de questões apenas teóricas ou somente experimentais.

Os escores obtidos nas demais afirmativas, indicam a pretensão dos futuros professores em trabalhar com Problemas Temáticos em suas aulas vindouras, além da percepção da utilidade desse recurso metodológico para uma melhor significação de aulas experimentais. Os graduandos sinalizaram também, dificuldades na formulação dos Problemas Temáticos, mas admitem que a elaboração das questões-problemas os auxiliou na revisão dos conteúdos usados na produção dessas questões.

Gráfico 6: Quanto ao trabalho com Problemas Temáticos



Fonte: autor

Algumas justificativas relativas às afirmações proposta no Gráfico 6, são apresentadas a seguir:

> R3: Sem dúvida agora posso dizer que estou apta para fazer e aplicar problemas temáticos, isso devido a como fui bem orientada e entendi como se deve fazer (Afirmativa 8).
>
> R5: Sim, durante a realização das PED's pude absorver a essência dessa metodologia (Afirmativa 8).

Embora as justificativas apresentadas confirmem a apropriação das características dos Problemas Temáticos pelos acadêmicos, há que ter em mente, que as atividades desenvolvidas nessa pesquisa foram pontuais, sendo necessário outras dinâmicas que venham a favorecer o hábito em trabalhos com problemas. Como salientam Pozo e Crespo (2009), as atividades que propiciam aprendizagem, além de consistirem no estabelecimento de relações com conhecimentos anteriores, demandam a compreensão dos seus significados e são adquiridos gradualmente, para que se evite o risco de ser esquecido rapidamente.

As alegações subsequentes referem-se a concepção dos acadêmicos relativa ao tipo de situações-problemas que eles se sentem mais a vontade para elaborar.

> R1: Tenho um pouco de dificuldade (Afirmativa 9).
>
> R5: Não só a vontade, como inspirado (Afirmativa 9).
>
> R3: Somente problemas experimentais não me sinto totalmente a vontade, preciso de mais conhecimento (Afirmativa 10).
>
> R5: Sim, porém depende do contexto/escola que eu estiver inserido (Afirmativa 10).
>
> R3: Problemas teóricos-experimentais agora serão meu ponto forte, consigo relacionar, pensar, fazer e aplicar, fato que antes não ocorria (Afirmativa 11).
>
> R5: Sim, porém depende do contexto/escola que eu estiver inserido (Afirmativa 11).

Apesar de o escore correspondente a formulação de problemas teórico-práticos ter sido maior (4,14) do que os demais (3,85), constata-se que o respondente 5 (R5) apresenta uma percepção diferente, considerando o contexto escolar em que estiver inserido e optando pela elaboração de problemas teóricos, ou conceituais, segundo a taxonomia de Laudan (1986). Essa preocupação, provavelmente se dá, em virtude de que muitas instituições escolares não possuem laboratórios para desenvolver trabalhos experimentais, porém, entende-se relevante que a disciplina de Química comporte atividades de cunho prático, pois, ao contrário, não seria trabalhá-la na íntegra. Todavia, os procedimentos práticos ou experimentais poderiam ser

organizados com materiais de baixo custo, sem necessidade de aparatos laboratoriais, e isso dependia da criatividade do licenciando.

No mais, a utilização de atividades práticas pode vir a contribuir com a aquisição de conteúdos procedimentais pelos estudantes, dependendo de como forem conduzidas. Não nos referimos aqui apenas a técnicas laboratoriais, embora elas sejam importantes, mas sim, a um conjunto de saberes que podem promover a obtenção dos conhecimentos procedimentais, tais como: a aquisição e interpretação de informações, análise e inferências, compreensão e organização dos dados e a comunicação da informação (POZO; CRESPO, 2009).

Nos próximos excertos é possível observar algumas dificuldades dos licenciandos no trabalho com Problemas Temáticos.

> R1: Sabendo achar os referenciais adequados para embasar os problemas temáticos e ter uma visão mais simples e transportar para o cotidiano do aluno é mais tranquilo. Porém, caso seja um problema muito complexo vai ter muitas dificuldades (Afirmativa 12).
>
> R3: Sim tive dificuldades pois é algo bem complexo, porém depois de me aprofundar e entender eles se tornam desafios que com certeza quero vencer e agora sou mais capaz de trabalhar com eles (Afirmativa 12).
>
> R4: É um pouco difícil conseguir desenvolver o problema e também aplicá-lo ao um conteúdo (Afirmativa 12).
>
> R6: Nunca tinha ouvido falar sobre isso, então foi uma novidade (Afirmativa 12).
>
> R7: Sim, tive dificuldade porque não tinha trabalhado com problemas temáticos antes (Afirmativa 12).

Nos relatos anteriores é possível verificar que os acadêmicos sentiram algumas dificuldades no trabalho com os Problemas Temáticos que tratam, principalmente, de temas que pudessem ser adequados ao conteúdo e da busca por referenciais apropriados. Nesse contexto, percebe-se, mesmo que implicitamente, as dificuldades dos futuros professores em relacionar assuntos cotidianos à questões científicas, o que pode ser considerado contrário aos indicativos propostos pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), ao orientar para a utilização do conhecimento curricular contextualizado pela realidade local, social e individual da escola e de seus estudantes.

Além disso, há indícios de que, futuramente, seja lançado um documento para alinhar a formação docente à Base Nacional Comum Curricular. Tal proposta intitulada

de Base Nacional para a formação de professores[8], será ancorada na perspectiva da formação por competências e é justificada pelos baixos rendimentos em avaliações nacionais e internacionais, “a baixa qualidade da formação docente, a importância da atuação do professor na determinação do desempenho dos alunos e a necessidade da implantação da BNCC” (ALBINO; SILVA, 2019). Esse indicativo, já previsto no Parecer CNE/CP 9/2001 (BRASIL, 2002), destaca que os currículos para formação docente deverão:

> [...] conter os conteúdos necessários ao desenvolvimento das competências exigidas para o exercício profissional e precisa tratá-los nas suas diferentes dimensões: na sua dimensão conceitual – na forma de teorias, informações, conceitos; na sua dimensão procedimental – na forma do saber fazer e na sua dimensão atitudinal – na forma de valores e atitudes que estarão em jogo na atuação profissional e devem estar consagrados no projeto pedagógico da escola. (BRASIL, 2002, p. 33).

Os elementos apontados no excerto anterior corroboram com uma sistemática de ensino, na qual os professores devem estar preparados para a atuação docente conforme as normativas propostas nos documentos nacionais para educação. Esse fato implica na reestruturação curricular dos cursos de licenciatura, que deverão adequar os conhecimentos conceituais específicos aos pedagógicos, sem, no entanto, deixar de lado as questões éticas associadas a procedimentos pedagógicos dinâmicos.

A décima terceira assertiva questionava sobre a pretensão dos graduandos em de trabalhar com os Problemas Temáticos em intervenções futuras:

> R3: Com toda certeza, por ter sido uma experiência que me desafiou muito eu pude ver sua importância e agora estou fascinada por esse tipo de atividade devido a ser tão complexa e englobar um conjunto de conhecimentos que a tornam muito eficaz (Afirmativa 13).

O argumento do respondente 3 (R3), confirma a opinião dos demais acadêmicos em relação ao uso de Problemas Temáticos em atuações iminentes, obtendo um escore de 4,57. No entanto, a alegação descrita enfatiza os depoimentos anteriores acerca das dificuldades encontradas nas atividades com Problemas Temáticos, as descrevendo como complexas e desafiadoras, ao mesmo tempo que motivadoras.

---

[8] Informação retirada do site do MEC. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=71951>. Acesso em 25 set. 2019.

A motivação é sem dúvida, um dos maiores problemas alusivos à aprendizagem e está vinculado diretamente aos conteúdos atitudinais, uma vez que, trata das recompensas extrínsecas e intrínsecas (BRUNER, 2008). Pode-se dizer que quando os estudantes em geral, incluindo os acadêmicos, realizam certas atividades apenas para obter a aprovação em determinada disciplina, eles estão recorrendo a motivações extrínsecas, ou seja, o que faz com que o discente se esforce não é a vontade de aprender, mas a recompensa da avaliação. O contrário ocorre, quando o aluno é estimulado a compreender o que estuda, atribuindo-lhe significados, para satisfação pessoal de dominar algo que para ele se configura uma meta, e nesse caso, uma recompensa intrínseca (POZO; CRESPO, 2009).

Se as recompensas extrínsecas forem relevantes para o estudante, seus resultados perduraram, caso contrário, serão esquecidos brevemente. O fato é que essas motivações, sejam elas intrínsecas ou extrínsecas, podem refletir em outros contextos de aprendizagem e, consequentemente, de ensino. Dessa forma, Pozo e Crespo (2009, p. 41), argumentam que “motivar é mudar as prioridades de uma pessoa, suas atitudes perante a aprendizagem” e parece, que nesse caso, a motivação predominou.

Com relação a significância das atividades experimentais por meio dos Problemas Temáticos, os acadêmicos apresentam as seguintes opiniões:

> R3: Trabalhar a teoria com a prática é perfeito, então sim (Afirmativa 14).
>
> R5: Se for em relação as aulas de Qmc. Analítica Quantitativa Experimental não, porque para isso deveríamos ter feitos problemas relacionados diretamente aos conteúdos abordados em aula (Afirmativa 14).
>
> R7: Sim, porque temos uma melhor compreensão sobre o conteúdo, sendo assim, uma contribuição ainda melhor nas aulas experimentais (Afirmativa 14).

Nesses relatos, predominaram respostas que concordam com a viabilidade de atividades experimentais por meio de Problemas Temáticos, obtendo um escore de 4,28. Apesar disso, o respondente 5 (R5) discorda dessa alegação quando relacionada com as aulas da disciplina de Química Analítica. Enfatiza-se novamente que, os conteúdos sorteados são amplamente utilizados na Educação Básica e que constituem os conceitos básicos para a compreensão da disciplina em questão. Porém, não era intenção a formulação de situações-problema para seu desenvolvimento no Ensino Superior, mas para a Educação Básica, atendendo a solicitação dos próprios licenciandos quando investigadas suas concepções sobre as

práticas educativas, em momento anterior ao início da implementação dessa pesquisa.

A respeito das atividades experimentais no Ensino de Química, existe uma gama de pesquisas defendendo sua utilização, mas divergindo quanto às formas de execução propostas, diversas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática (Gonzales, 1992; Hodson 1994; Gil-Pérez, Valdés Castro, 1996). Nesse sentido, a ideia foi trazer para o contexto da problematização as atividades experimentais, proporcionando aos acadêmicos e, consequentemente, aos seus futuros alunos a oportunidade de construção de conhecimentos ancorados no levantamento de concepções prévias, análise da situação-problema, formulação de hipóteses, discussão de dados e resolução das situações propostas. Corroborando com o exposto, Suart e Marcondes (2009) defendem que:

> A postura construtivista, disseminada nos últimos trinta anos, tem como marco central a participação do aluno no processo de construção do conhecimento e o professor como seu mediador ou facilitador, valorizando a participação ativa do estudante na resolução de situações problemáticas, possibilitando-o a predizer respostas, testar hipóteses, argumentar, discutir com os pares, podendo atingir a compreensão de um conteúdo (SUART; MARCONDES, 2009, p. 2).

Acerca da formulação das situações-problema (afirmativa 15), os acadêmicos relatam as seguintes percepções:

> R1: Sim, não é fácil, pensar num tema, numa temática de escolha própria e com um conteúdo já definido. Mas isso serve para testar nossa capacidade de pensar além e deixar a aula mais fascinante (Afirmativa 15).
>
> R2: Foi difícil adequar o problema a um tema só (Afirmativa 15).
>
> R3: Sim achei, pois engloba muitos aspectos e é muito complexo (Afirmativa 15).
>
> R4: Temos que ter os conceitos de problemas bem definidos para conseguir formulá-los (Afirmativa 15).
>
> R5: Inicialmente sim, mas ao final da atividade acredito ter aprendido a formular problemas temáticos (Afirmativa 15).
>
> R6: É necessário muito cuidado para ao invés de um problema temático, fazer um exercício apenas. Essa foi a maior dificuldade (Afirmativa 15).
>
> R7:Sim, como relatei em uma questão anterior, não tinha trabalhado com problemas temáticos antes, então achei difícil sim (Afirmativa 15).

As premissas dos licenciandos indicam algumas dificuldades enfrentadas na produção dos Problemas Temáticos. Se verifica, novamente, obstáculos referentes a adequação dos temas escolhidos ao conteúdo sorteado, além de outras, que tratam da amplitude de aspectos englobados com a utilização de temáticas no ensino, a apropriação conceitual e a cautela para formular problemas ao invés de exercícios.

Como mencionado anteriormente, a habilidade para adequação entre conceitos e temáticas, provavelmente, acontecerá com o passar do tempo, desde que se torne um hábito, caso contrário essa dificuldade permanecerá nos momentos em que essa adequação for necessária. Quanto à apropriação conceitual, Marcon (2011) enfatiza sua imprescindibilidade para o sucesso da formação docente para a elaboração de práticas educativas mais consistentes. No que tange as diferenças entre problemas e exercícios, pode-se destacar características bastante tênues que passam pelo enunciado da questão, informações sobre fórmulas ou equações, entre outras (GOI, 2014; SILVA, 2017).

Quanto à revisão dos conteúdos sorteados por meio da elaboração de situações-problema, os futuros professores parecem considerar esse aspecto positivo, já que o escore atingido foi de 4,71.

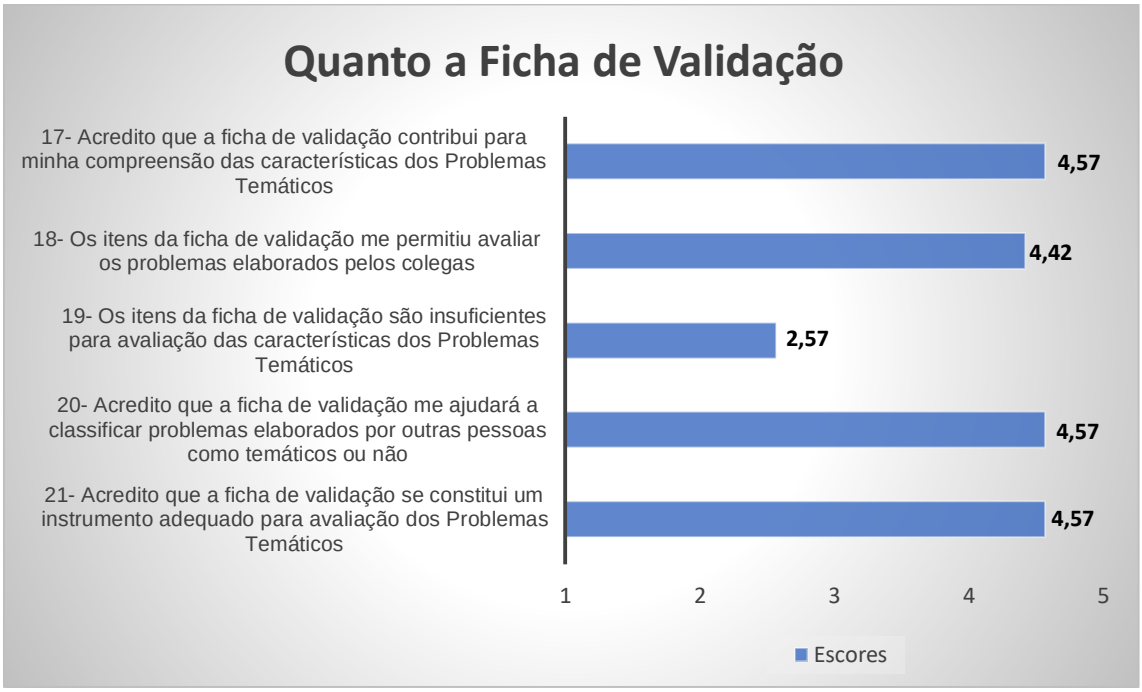
> R3: Com certeza, pois para a formulação deles é preciso revisar muita coisa, e nisso que eu aprendi mais ainda e vai me ajudar muito (Afirmativa 16).
>
> R5: Totalmente, pois tive que estudar e voltar ao meu ensino médio, revisando conceitos básicos (Afirmativa 16).
>
> R7: Sim, revisei e muito a minha compreensão do conteúdo em questão (Afirmativa 16).

Por meio das justificativas referentes à décima sexta afirmação, é possível verificar que os licenciandos concordam com a revisão de conteúdos da Educação Básica, revendo suas compreensões por meio da formulação dos Problemas Temáticos. Essa perspectiva vai ao encontro do currículo em espiral proposto por Bruner (1969), em que a estrutura curricular permite a retomada de conceitos, que devem ser organizados em temas gerais, com acréscimo de complexidade às informações, visando percorrer essa sequência constantemente até alcançarem confiança em relação a própria aprendizagem.

d) Ficha de Validação

Em dado momento das intervenções, especificamente nas etapas posteriores a elaboração das situações-problema, houve a tentativa de avaliar essas questões, assim como classificá-las como um problema ou não. Em um primeiro momento, que ocorreu após a produção, pelos graduandos, das primeiras situações-problema, as quais denominamos de ensaio inicial, utilizou-se um modelo composto por 18 perguntas, divididas nos níveis insatisfatório, intermediário e satisfatório. Esse instrumento foi analisado por todos os envolvidos, os quais sugeriram sua alteração. Dessa forma, a ficha foi reformulada e os dados apresentados pelo sétimo gráfico referem-se ao segundo modelo avaliativo proposto.

Gráfico 7: Quanto a ficha de validação



Fonte: autor

De acordo com o Gráfico 7, há indicios de que os acadêmicos acreditam que a ficha avaliativa contribuiu para a compreensão das características dos Problemas Temáticos, permitindo-os qualificar as situações-problema elaboradas pelos colegas. Os futuros professores também concordam que esse istrumento poderá auxiliá-los na classificação dos Problemas Temáticos que venham a ser produzidos por outras

pessoas, constituíndo-se como uma ferramenta adequada a avaliação de questões dessa natureza.

Todavia, parece que os graduandos não tem uma opinião formada sobre os itens da ficha de validação serem insuficientes para avaliação dos problemas. Alguns dos próximos excertos expressam o ponto de vista dos sujeitos dessa pesquisa.

> R3: Sim pois através dela pude notar se um problema estava dentro dos padrões para ser classificado com tal (afirmativa 17).
>
> R5: Sim, pois ela norteou nosso caminho (afirmativa 17).
>
> R3: Discordo, pois na minha percepção algumas coisas não ficaram muito claras e dessa forma a avaliação ficou meio que confusa (afirmativa 18).
>
> R3: São insuficientes, até porque para ver se é um problema ou não é preciso aplicar ele em uma turma por exemplo, daí sim veremos se é ou não um problema para os alunos (afirmativa 19)
>
> R7: São o suficiente sim (afirmativa 19).
>
> R3: Nesse aspecto ajuda sim, pois nessa parte de ser problema temático ou não os itens são claros (afirmativa 20).
>
> R3: Adequado é, porém totalmente eficaz não é, pois os problemas devem ser aplicados para uma melhor avaliação (afirmativa 21).

A partir da concepção dos acadêmicos pode-se inferir que os itens da ficha avaliativa são suficientes para classificar problemas elaborados por outros, porém, insuficientes para avaliar sua potencialidade como tal, exigindo para isso, sua aplicação. Essas concepções vem ao encontro do conhecimento pedagógico do conteúdo, especificamente relacionado ao tópico do conhecimento sobre o aluno, no qual é relevante inteirar-se das caracteristicas dos estudantes para adaptar as situações de ensino e aprendizagem (MARCON, 2013; SHULMAN, 1987).

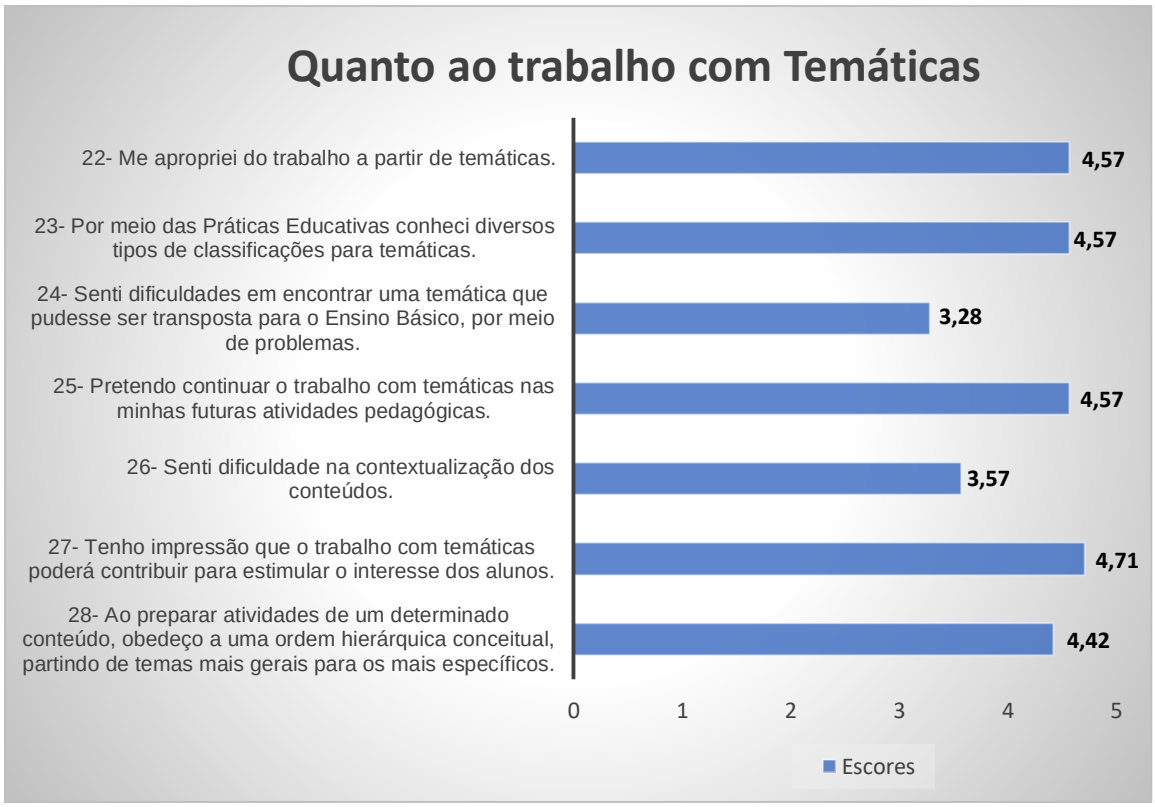
Relativamente às situações-problema, diversos autores (LOPES, 1994; POZO, 1998; ONUCHIC; et. al., 2014) argumentam que o que pode ser considerado problema para uns, pode não ser para outros. Dessa forma, concorda-se que a familiaridade com o ambiente escolar poderia constituir-se como um meio apropriado de formular questões mais próximas a realidade dos educandos.

e) Trabalho com temáticas

Sobre o trabalho a partir de temáticas, pode-se observar que os licenciandos parecem concordar que se apropriaram das caracteristicas de atividade balizada por temáticas, reconhecendo diversas classificações para as mesmas. Também aparentam motivação para dar continuidade no trabalho com temáticas, embora não apresentem uma definição a respeito das dificiculdades na contextualização dos conteúdos sorteados.

Concordam ainda, que o desenvolvimento pedagógico por meio de temáticas, pode contribuir para a motivação dos alunos e que seguiram uma hierarquia cronológica, principiando de temas gerais aos mais específicos. No entanto, não apresentam um ponto de vista bem definido quanto a dificuldade ou não de achar uma temática para ser transposta para a Educação Básica.

Gráfico 8: Quanto ao trabalho com temáticas



Fonte: autor

No que se refere a afirmativa de número 24, os graduandos parecem não possuirem uma opinião definida a respeito das dificuldades em encontrar uma temática que pudesse ser transposta para o Ensino Básico. No entanto, alguns pontos de vista foram enfatizados:

> R1: Essa parte é a mais difícil. Quando já se tem um conteúdo definido.
>
> R2: Foi difícil achar algo que pudesse trabalhar equilíbrio químico, por ser um conteúdo difícil.
>
> R3: Discordo, pois quase tudo pode virar uma temática e realizar problemas para o ensino básico, é só ter criatividade e saber aplicar.
>
> R5: Dentro do conteúdo sorteado, houve uma dificuldade inicial, pois não queríamos que os problemas fossem fechados.
>
> R6: É difícil não misturar com os conteúdos da faculdade, sem perceber.
>
> R7:Não senti dificuldade em achar uma temática e sim em elaborar os problemas.

Como é possível observar, as explicações à vigéssima quarta afirmativa que compõem o Gráfico 8, versam sobre a complexidade de adequação do tema ao conteúdo sorteado, a preocupação em não elaborar questões fechadas, que se assemelham a exercícios (LOPES, 1994), ao desafio de não mesclar o aprofundamento conceitual estudado no curso de graduação aos Problemas Temáticos e na elaboração das situações-problema.

As dificuldades apresentadas pelos acadêmicos nos excertos anteriores, podem estar atreladas a organização curricular das disciplinas, históricamente disciplinares e fragmentadas, nas quais os licenciandos são treinados a solucionar questões a partir de respostas prontas, mecânicas e repetitivas, voltadas para a memorização (HUNSCHE, 2015), ao invés de uma formação que viabilize a "apropriação do conhecimento e o desenvolvimento de métodos que permitam a organização do pensamento e das formas de compreensão das relações sociais e produtivas (BRASIL, 2012, p. 29).

Nessa perspectiva, sinaliza-se para um formação docente compatível com as orientações descritas nos documentos oficiais, bem como, com a prática que se espera do futuro educador, preparando-os para identificar situações que possibilitem o aprendizado de seus estudantes, considerando a perspectiva da contextualização e interdisciplinaridade (HUNSCHE, 2015). Nesse contexto, os documentos nacionais para educação brasileira salientam que conhecimentos selecionados *a priori*, sem

passar pela reflexão e crítica docente, tornam-se saberes esquecidos ou que não se consegue, nem se propõem aplicar, visto que se desconhece suas relações com situações reais, sendo esse, um dos desafios de mudança impostos atualmente aos professores (BRASIL, 2000).

As considerações elencadas para a afirmativa anteriormente discutida, coincide com as explanações dadas à vigésima sexta assertiva que indagava sobre as dificuldades experienciadas a respeito da contextualização dos conteúdos, para as quais obteve-se as seguintes explicações:

> R1: Depende do teu tema.
>
> R2: Não. Um pouco
>
> R3: Sim, pois é algo bem específico e ainda não tenho uma visão tão apurada sobre e ainda preciso me aprofundar mais.
>
> R4: Senti dificuldade para conseguir conectar o conteúdo com a temática
>
> R5: Inicialmente foi muito difícil contextualizar os conteúdos, mas após muita conversa em grupo conseguimos contextualizar de forma clara.
>
> R6: Não é fácil contextualizar os conteúdos
>
> R7:Sim um pouco

A partir das publicações dos documentos normativos da educação brasileira novos desafios são colocados aos professores da Educação Básica e, consequentemente, do Ensino Superior no que tange a formação docente, não bastando apenas o domínio dos conteúdos disciplinares, embora esses sejam primordiais. De acordo com Hunsche (2015, p. 98), os conhecimentos relativos à ciência, fundamentados nos documentos oficiais da educação, assumem um protagonismo diferente no “contexto da implementação de propostas didático-pedagógicas que visam a estruturação curricular por meio de temas, propostas estas pautadas na problematização, contextualização e interdisciplinaridade”.

Corroborando com o exposto, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio reiteram que “contextualizar os conteúdos que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto” (BRASIL, 1999, p. 137), o que, de acordo com Halmenschlager (2014, p. 49), pode contribuir para retirar os futuros professores, da “condição de passividade, permitindo-lhe interagir com seu objeto de conhecimento, numa relação de reciprocidade, que resulta em aprendizagens significativas”.

Com relação ao plano de aula desenvolvido pelos grupos de licenciandos, constata-se que não houve problemas quanto a transposição dos Problemas Temáticos para um provável ambiente escolar. Também concordam que a formulação do plano de aula contribuiu para suas iminentes trajetórias profissionais; que seguiram um roteiro proposto pelo livro didático, contudo, consultando materiais diversos que possibilitasse a construção de uma proposta didática autoral.

Os acadêmicos declaram ainda, que utilizaram subsídios de outras componentes curriculares com intuito de priorizar a contextualização e interdisciplinaridade, produzindo uma proposta didática centrada nos seus futuros estudantes e que o uso de materiais que expressam contextos reais aparenta uma opção viável para a elaboração de propostas pedagógicas. Os escores que evidenciam tais opiniões pode ser apreciado por meio do Gráfico 9.

Gráfico 9: Quanto ao plano de aula/projeto

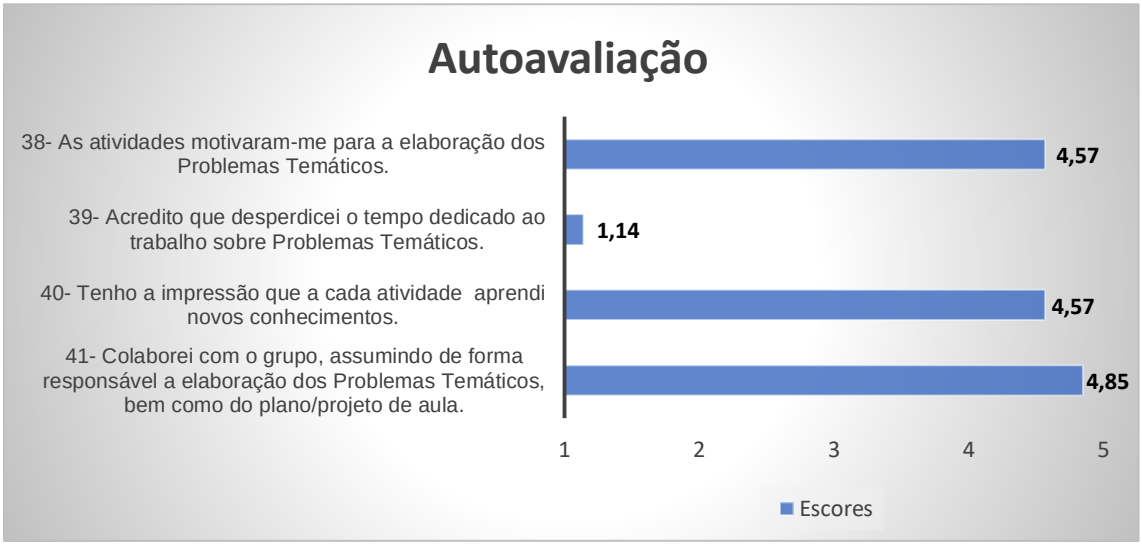
Fonte: autor

Por meio do Gráfico 9, nota-se que os acadêmicos não apresentam um ponto de vista definido sobre as assertivas de número 35 e 37, que referem-se ao rompimento de critérios organizacionais e disciplina tradicional e as dificuldades na elaboração de propostas a partir de assuntos cotidianos, respectivamente. A respeito da trigésima quinta afirmativa, concordamos com Wartha, Jesus e Guzzi Filho (2006, p. 2) ao enfatizar que o ensino por meio de temas favorece uma postura na prática docente que busca romper com a perspectiva de ensino tradicional e reducionista, contrapondo-se a uma "visão mais sistêmica, hoje indispensável para a compreensão do mundo, o exercício da cidadania e para a atividade profissional".

A trigésima sétima assertiva, ratifica a opinião dos graduandos sobre os obstáculos encontrados em relacionar a proposta didática a situações embasadas em contextos reais, entre a temática e conteúdo e na contextualização dos conhecimentos, como argumentado em excertos anteriores.

O próximo gráfico, expõem a posição dos acadêmicos sobre sua autoavaliação. Julga-se relevante obter uma explanação de como os sujeitos dessa pesquisa encararam o seu próprio empenho a respeito das atividades realizadas.

Gráfico 10: Autoavaliação



Fonte: autor

A análise do Gráfico 10 nos permite visualizar um panorama de motivação em relação aos Problemas Temáticos, a incorporação de novos saberes e a colaboração entre os entes envolvidos nos grupos. Fica evidente também a discordância dos

participantes quanto à perda de tempo no trabalho com os Problemas Temáticos (escore 1,14). Sobre essa afirmativa, um dos acadêmicos ressalta que:

> R3: Discordo totalmente, até porque acho que foi o tempo mais bem ocupado por mim nos últimos semestres devido a ter contribuído demais para minha formação.

A partir da comparação entre os questionários inicial e final, pode-se perceber uma mudança de opinião relacionada às assertivas que tratavam das contribuições das práticas educativas para o estímulo da utilização de alternativas metodológicas para o ensino e para a possibilidade de permiti-los vivenciar a experiência de se colocar no ofício da docência (Gráfico 1), sobre o trabalho com a Metodologia de Resolução de Problemas (Gráfico 2) e metodologias balizadas por temáticas (Gráfico 3). Algumas dessas questões aparecem novamente no questionário final e outras apresentam-se reformuladas de acordo com o trabalho realizado.

Há indícios, sejam por meio dos escores obtidos ou pelas declarações manifestadas, que o trabalho com os Problemas Temáticos permitiu aos futuros professores ponderar sobre a relevância de suas próprias práticas docentes, tanto para sua atuação como futuro professor, como no papel de estudante de licenciatura, ao aprofundar conceitos curriculares, conhecer outras metodologias de ensino, produzir seus próprios materiais, pensar na adequação de propostas pedagógicas em possíveis contextos escolares, avaliar esses materiais, trabalhar em grupo e perceber a importância de um ensino contextualizado, visando promover métodos de ensino mais prazerosos e talvez, eficientes à seus alunos iminentes. Contudo, esse trabalho parece ser insuficiente para afirmarmos algo em torno da aprendizagem dos acadêmicos, seja ela conceitual ou pedagógica e no que refere a constituição de um futuro profissional reflexivo quanto as suas práticas docentes, pois esses processos são contínuos e graduais e serão aprimorados ao longo do curso de graduação e posteriormente, em suas carreiras docentes.

Consideramos também, que não houve tempo hábil para a realização de uma reflexão crítica sobre a proposta desenvolvida por grande parte dos acadêmicos, já que para isso, seria necessário implementá-las em sala de aula. Porém, um dos grupos de trabalho decidiu concretizar a proposta desenvolvida aplicando em uma escola do município de Santa Maria, por meio de atividades realizadas através do Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).

Marcon (2011) citando Shulman (1987) destaca que um dos pilares do conhecimento pedagógico do conteúdo é o conhecimento das características dos estudantes. De acordo com o autor, para que o conhecimento pedagógico do conteúdo se efetive é necessário conhecer e incluir nas práticas pedagógicas em sala de aula o interesse e as necessidades dos estudantes, bem como as demandas conceituais.

4.3 SITUAÇÕES-PROBLEMA E SUAS CATEGORIZAÇÕES

Nessa sessão serão apresentados os problemas elaborados pelos acadêmicos durante a implementação da proposta didática desenvolvida na Prática Educativa incorporada à disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental. Como mencionado anteriormente, para preservação da identidade dos participantes, os grupos foram designados pela letra G, seguida de denominações numéricas de 1 a 6. As situações-problema denominadas como Primeiros Problemas – Ensaio Inicial encontram-se representadas pelas letras EI, seguidas de uma sequência numérica de 1 a 18. Para os Problemas Temáticos adotou-se a conotação PrT, enumerados do 1 ao 18. Os problemas serão exibidos na íntegra, em seu formato original, conforme elaborados pelos acadêmicos, sem nenhum tipo de correção.

4.3.1 Primeiros Problemas – Ensaio Inicial

Os primeiros problemas elaborados pelos acadêmicos, contou com a utilização de materiais, sendo eles textos de divulgação científica, reportagens ou notícias vinculadas a produção de conhecimentos da área de Química a possíveis aplicações cotidianas, em períodos atuais ou históricos (ANEXOS D ao I). Os materiais disponibilizados objetivaram facilitar a produção de problemas que pudessem estar associados a contextos reais, uma vez que, já havia sido trabalhado com os licenciandos as teorias, metodologias ou legislações voltadas para a Resolução de Problemas e Temáticas. Nesse contexto, cada grupo de acadêmicos elaborou três situações-problema que poderiam ser baseadas nas temáticas propostas pelos materiais disponibilizados. O Quadro 16 apresenta as situações produzidas pelos acadêmicos nessa primeira etapa de implementação da proposta didática.

Quadro 16: Primeiros Problemas - Ensaio Inicial

(continua)

Grupos	Primeiros Problemas- Ensaio Inicial
G1	EI1) A mina da Vale de Brumadinho que rompeu funcionava basicamente em 6 etapas: 1ª-extração do minério de ferro e também minérios que não continham ferro; 2ª-Britagem: o que era extraído era triturado e moído para produzir partículas; 3ª-O que não tinha ferro era colocado ao seco em pilhas, formando montes; 4ª O minério que já havia passado pela segunda etapa, passava por uma espécie de lavagem, em que, com o uso da água, o concentrado de ferro era separado do rejeito; 5ª-O concentrado de ferro resultante era estocado para depois ser levado de trem pela via férrea; 6ª O rejeito em forma de polpa (sólido + líquido) era encaminhado para a barragem de rejeitos. Na etapa 4º, a lavagem do Ferro para separação, citada pelo jornal Folha de São Paulo é um processo muito importante e é chamado de separação sólido-líquido. Foi nesta etapa em que teoricamente houve o rompimento da barragem. **Desse modo, após a análise do ocorrido mostre o funcionamento do processo sólido-liquido e desenvolva uma possível prevenção que deve ser tomada antes de se estabelecer esse processo.** EI2) O dia 25 de janeiro de 2019 ficou marcado pela maior tragédia ambiental da história do Brasil, devido ao rompimento da barragem de rejeitos provenientes da extração de minério de ferro na cidade de Brumadinho/MG. Laudos técnicos preliminares indicaram uma possível presença de metais como crômio, manganês e cobre, que são considerados metais pesados, que foram encontrados no rio Paraopeba em Brumadinho, dias após o desastre. **Faça um levantamento sobre quais são os metais da tabela que são chamados de metais pesados, por que são chamados assim e os malefícios que eles podem causar. Além disso, ache uma alternativa para a separação desses metais do Rio Paraopeba.** EI3) A lama, que contém resquícios de ferro, sílica e água, atingiu o rio Paraopeba, que é um dos afluentes do rio São Francisco, afetando de maneira negativa a qualidade da água no local. Entretanto, o solo da região pode também ser afetado em virtude da grande quantidade de lama depositada. Um dos primeiros impactos é a alteração da composição original do solo, como por exemplo, a sua acidez. Além disso, a lama, ao secar, geralmente, torna a região bastante compacta. **Sendo assim, elabore possíveis métodos que possam ser utilizados para atenuar a improdutividade do solo e qual o principal fator negativo que pode ocorrer com a compactação do solo?**
G2	EI4) Devido à queima excessiva de combustíveis não renováveis, como os derivados de petróleo, a concentração de gás carbônico tem aumentado ao longo dos anos, intensificando o efeito estufa, que emite em média 3,5 quilogramas de dióxido de carbono e outros gases favorecendo o aquecimento global. Nas águas naturais, tais como rios, lagos e oceanos há grande volume de dióxido de carbono dissolvido e na forma de carbonatos, como os presentes nas conchas de moluscos marinhos. Na forma de calcário, o dióxido de carbono pode ser encontrado em rochas calcárias, que nada mais são do que calcários metálicos, como o carbonato de cálcio ou o carbonato de sódio. **Com esses dados, ache o volume em mL do dióxido de carbono numa molaridade de 0,01 M e equacione a reação que ocorre na formação de CO_2 a partir da decomposição do carbonato de cálcio.**

Quadro 16: Primeiros Problemas - Ensaio Inicial

(continuação)

	EI5) “Tinta é uma mistura que quando aplicada sobre uma superfície forma um filme, ou seja, uma fina camada de material que recobre a região onde foi depositada. Geralmente podemos identificar diferentes compostos na composição de uma tinta, os quais têm funções específicas, como por exemplo os pigmentos e os corantes, cujas finalidades são fornecer cor à tinta. Acredita-se que os nossos antepassados usassem como pigmentos partículas inorgânicas minerais finamente moídas. Por exemplo, para a coloração amarela a Goethita FeO(OH), para a coloração vermelha era usada a hematita (FE_2O_3) juntamente com a calcita ($CaCO_3$), e para a coloração branca a caulinita [$Al_2Si_2O_5(OH)_4$].” **Suponha que o pintor Leonardo da Vinci precisava de uma cor específica para pintar um de seus quadros e pediu a você: quais compostos misturar para ter a cor vermelha? Qual é a reação química entre esses compostos levando em conta seus índices estequiométricos? e pedisse também só por curiosidade qual é a cor complementar da tinta que ele precisa? Use de seus conhecimentos químicos para resolver essa questão.** EI6) A crosta terrestre é formada por diversos tipos de rochas, dentre elas, principalmente os óxidos combinados de ferro e alumínio. Porém, um outro metal, muito valioso, pode ser encontrado em meio a grandes concentrações de ferro, o ouro. O ouro foi um dos primeiros metais a serem descobertos, estudos arqueológicos revelam que no ano de 4000 a.C., o ouro já era trabalhado na Mesopotâmia. No Brasil, por volta do século XVII, enfrentava-se uma crise no setor do açúcar, alavancando a mineração do ouro, provocando grandes mudanças na história e economia do país, além de uma enorme mudança no relevo local. O processo de extração do ouro é relativamente simples e barato. Após serem escavadas, estas rochas já citadas são depositadas no leito dos rios, onde posteriormente são dragadas para uma betoneira, neste momento é adicionado mercúrio, que possui uma característica muito interessante para os garimpeiros. O mercúrio forma amálgamas com os metais presentes na água que foi retirada do rio, agrupando todas as partículas de ouro ali contidas, facilitando a separação e identificação deste metal, desta forma, ele se torna um agente fundamental na extração do ouro. Ao fim do processo, esta água é devolvida ao rio, e com ela pequenas quantidades de mercúrio. Além desta particularidade mencionada acima, o mercúrio é muito tóxico aos seres vivos, e o contato com este metal pode ser fatal. A principal causa de intoxicação por mercúrio é pela ingestão de peixes e frutos do mar, causando diversas doenças. Em regiões de mineradoras na Amazônia, cerca de 17 crianças a cada 1000 nascem com intoxicação por mercúrio, com níveis acima de 10 ug/L (microgramas/litro) no sangue, que é o limite aceito pelo corpo. **Faça uma pesquisa para entender melhor por que os peixes são os maiores responsáveis pela intoxicação por mercúrio, cite os principais sintomas e preveja até quantos mols deste elemento uma pessoa suporta.**
G3	**EI7)** Sempre que alguém se desloca para locais de altitude mais elevada, a quantidade de 0_2 no sangue diminui e a pessoa sente fadiga e tontura. **Pesquise como ocorre essas reações em nosso organismo e explique-as.** **EI8)** Nas bebidas de refrigerante ocorre a formação do equilíbrio químico $H_2O_{(l)} + CO_2 \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons HCO_3^-{}_{(aq)} + H^+_{(aq)}$. **Pesquise como se dá o deslocamento de equilíbrio Químico nessa reação e quais os fatores levam a esse deslocamento.** **EI9)** A “biocélula e combustível cooperativa” é uma pilha biológica que usa o metabolismo da levedura do pão para produzir energia elétrica. **Pesquise como pode-se produzir corrente elétrica através dessa pilha biológica. Casa haja outra reação que possa produzir corrente elétrica, descreva-a.**

Quadro 16: Primeiros Problemas - Ensaio Inicial

(continuação)

G4	EI10) Um homem comprou uma casa na praia. Logo na compra ele foi avisado dos perigos existentes em possuir uma residência de madeira. O risco principal é a combustão, então o homem foi recomendado a comprar um detector de gases tóxicos residencial. Após a compra, surgiu uma dúvida: **onde instalar o aparelho? Na região superior ou inferior da parede?** EI11) Todos os dias Seu Eustácio coloca palha de aço de molho na água para que na manhã do dia seguinte possa regar suas hortênsias com a solução obtida desta reação. O resultado da irrigação são hortênsias com um rosa mais intenso. Esta "receita" é passada de geração à geração, porém hoje Seu Eustácio decidiu desvendar o mistério da família. O que o senhor, dono de hortênsias, queria saber era: **a relação entre a solução preparada e a tonalidade do rosa das hortênsias?** EI12). Maria pegou o copo do seu irmão, Jader, sem perceber que estava sujo, e serviu-se com seu suco de repolho roxo recém preparado. Quando Maria olhou para o copo percebeu que o suco que havia servido estava avermelhado. Logo ela se questionou o que havia acontecido com o seu suco**. Qual seria o motivo da mudança de cor no suco de Maria?**
G5	EI13) A chuva, segundo os meteorologistas, nada mais é do que um acúmulo de água nas nuvens que cai na superfície terrestre em forma de gotas. A atmosfera não contém apenas nuvens, ela é composta por uma mistura de gases que contém principalmente, nitrogênio e oxigênio. Um gás muito comum na atmosfera é o CO2, produzido pelas plantas, animais e alguns fenômenos naturais, este se dissolve em água, formando ácido carbônico. Em condições normais o gás carbônico presente na atmosfera confere a chuva valores de pH entre 7,0 e 5,6, a presença de outros gases pode tornar o pH menor que 5,6. **Você saberia explicar que fenômeno é esse, como ele ocorre e quais os seus prejuízos para o meio ambiente e a vida?** EI14) Os recursos hídricos necessitam de controle constante dos efluentes, resíduos provenientes das indústrias, dos esgotos e das redes pluviais, que são lançados no meio ambiente, na forma de líquido ou gases. A faixa de pH permitida para os efluentes varia entre 5 e 10, alguns processos industriais envolvem substâncias como soda cáustica, cal, entre outros, gerando efluentes com valores de pH acima de 10. Dessa forma antes de serem descartados, os efluentes devem passar por um processo de correção de pH. **Você saberia explicar qual é o processo de correção de pH e por que é necessário que este seja controlado?** EI15) Na série Breaking Bad, um professor de química Walter White "Heisenberg" e seu ex-aluno Jesse Pinkman fabricam a substância *(S)-N-methil-1-fenil-propan-2-amina*, mais conhecida como metanfetamina, estes dois personagens em certo momento precisam dissolver quimicamente um corpo para se livrar de evidências, para esta ação Walter White sugere para tal ação um ácido, O ácido Fluorídrico (HF) um ácido moderado porém altamente corrosivo. Este ácido precisava ser armazenado em um reservatório de polietileno porém, Pinkman não deu ouvidos a este último e colocou o corpo em uma banheira (de cerâmica) o que acabou corroendo a banheira e o piso abaixo e sujou todo o piso e agora eles precisam limpar. Para fazer a limpeza
	com segurança eles precisam neutralizar o ácido, Jesse Pinkman precisou lembrar das suas aulas de química e agora conseguir uma base para neutralizar o ácido e no seu estoque só achou escrito nos rótulos: **Na_2SO_4, $NH_4Cl_{(s)}$, $CaCO_3$. Qual ele deve utilizar, para a neutralização?**

Quadro 16: Primeiros Problemas - Ensaio Inicial

(conclusão)

G6	EI16) Com o aumento do número de veganos no país ligado ao alto índice do uso de dietas pela população brasileira, diversos tipos de saladas são encontradas todos os dias na alimentação da população. O vinagre, por sua vez está diretamente ligado a esta alimentação como ‘’tempero’’ de saladas. **Com base neste enunciado pesquise como ocorre o processo de fabricação do vinagre e qual o papel do oxigênio neste processo.** EI17) Devido a explosão na produção automobilística dos últimos anos, as estruturas metálicas de praças, sinalizações de ruas e detalhes prediais são bastante danificados principalmente nos grandes centros urbanos. Os maiores danos a essas estruturas são provocados sem o contato direto com os automóveis, através da emissão de gases poluentes pelos escapamentos dos veículos. **Explique como ocorre essa danificação das estruturas metálicas através dos gases liberados pelos veículos.** EI18) Ao se prepararem para uma maratona ou prova extensa os atletas profissionais ingerem uma grande quantidade de carboidratos e mesmo assim conseguem manter a forma física. **No entanto, uma pessoa sedentária ao ingerir a mesma quantidade de carboidratos que um atleta desenvolve sobrepeso, porque isso ocorre? E qual a função do carboidrato no organismo?**

Fonte: autor

As situações-problema produzidas foram analisadas conforme o referencial teórico adotado nessa dissertação, contemplando as categorizações propostas por Pozo e Crespo (1998) e Echeverría e Pozo (1998), conforme descritos no Quadro 2; Watts (1991, apud Lopes 1994) de acordo com a categorização apresentada no Quadro 3; Laudan (1986), segundo as taxonomias para problemas conceituais e empíricos, além das classificações elaboradas pela autora (Quadro 11).

É importante ressaltar que na ocasião desse primeiro ensaio para a elaboração de situações-problema os acadêmicos ainda não haviam trabalhado com os Problemas Temáticos, que foram produzidos posteriormente. No entanto, já haviam sido apresentados as teorias ou metodologias que balizam o trabalho com temáticas e resolução de problemas, sendo instigados a produzir os problemas, fundamentando-os em algumas temáticas disponibilizadas por meio de textos (ANEXO D-I), podendo, os acadêmicos, utilizá-los ou não.

A análise dos dezoito problemas produzidos pelos acadêmicos nesse primeiro momento, nos permite verificar que onze deles tratam-se de questões interdisciplinares (EI:1,2,3,5,6,7,9,12,13,16,17), nos quais utilizou conhecimentos das áreas de Química, Biologia e Geografia (EI: 1,2,3), Artes e Química (EI:5); Biologia e Química (EI: 7,9,12,13,16,17); Biologia, Química e Física (EI: 9). Os demais

problemas trataram de situações disciplinares envolvendo apenas conhecimentos químicos.

A questão da interdisciplinaridade é discutida sob diferentes aspectos. De acordo com Ricardo (2005), a proposição interdisciplinar nos documentos oficiais para a educação brasileira busca uma solução para o isolamento disciplinar, podendo ser entendida como uma abordagem instrumental, ou seja, tem a função de recorrer a conhecimentos úteis das diversas disciplinas para responder a problemas contemporâneos sob diferentes pontos de vista.

As temáticas utilizadas pelos grupos de licenciandos para a elaboração das situações-problema foram variadas, incluindo: Mineração de barragens (EI: 1,2,3) (G1); Rochas (EI:4), tintas (EI:5), intoxicação por mercúrio (EI:6) utilizadas pelo Grupo 2; O terceiro grupo tratou de temáticas referentes à saúde (EI7), refrigerantes (EI8) e pilhas biológicas (EI9). O Grupo 4 recorreu a assuntos sobre detectores de gases (EI10), Flores (EI11), sucos (EI12); Chuva ácida (EI13), recursos hídricos (EI14) e séries televisivas (EI15), foram os tópicos apresentados pelo Grupo 5 e o sexto grupo usou as temáticas alimentos (EI: 16, 18) e gases poluentes (EI17) para a elaboração dos problemas.

Nas temáticas apresentadas, podemos perceber uma forte tendência dos acadêmicos em recorrer a assuntos cotidianos, tentando relacionar os conhecimentos do dia a dia com questões de cunho científico, o que pode ser caracterizado como a utilização de uma abordagem cotidiana com vistas ao aprendizado de conteúdos, como sugerem Delizoicov et al., (2002) e Santos e Mortimer, (1999 b).

Os conteúdos químicos envolvidos nas soluções dos problemas, elaborados pelos grupos de graduandos, foram: G1- separação de misturas, tabela periódica e ácido-base; G2- estequiometria e densidade; G3- equilíbrio químico e reações orgânicas; G4- pH, indicadores de pH e ácido-base; G5- ácido-base, pH e sais; G6- oxirredução, funções inorgânicas, carboidratos e açúcares.

Quanto aos problemas de cunho aberto (POZO; CRESPO, 1998; WATTS, 1991 apud LOPES, 1994), aqueles que comportam diversas soluções, foram elaborados apenas pelos grupos 1 (EI3) e 2 (EI9). Já as situações classificadas como semiabertas, aquelas que restringem a questão em determinado contexto ou tarefa, abarcaram 50% dos problemas produzidos pelos acadêmicos. Além dos autores citados, as categorizações apresentadas, também encontram subsídios na classificação proposta pela autora para os Problemas Temáticos (Quadro 11). As

situações-problemas que podem ser categorizadas como fechadas – direcionando-se para uma única solução (LOPES 1994), estavam presentes nos ensaios iniciais da maioria dos grupos: G2 (EI4), G3 (EI8), G4 (EI10,11), G5 (EI14, 15) e G6 (EI18).

As situações-problema EI4 (G2), EI8 (G3) e EI15 (G6), podem ser consideradas do tipo indutivo, pois conduzem a resoluções que demandam demonstrações matemáticas, enquanto as demais são classificadas como dedutivas. Uma das categorizações propostas por Pozo e Crespo (1998) referem-se a problemas definidos e indefinidos. As situações EI4, EI5, EI8, EI10, EI11, EI14, EI15, EI16, EI17 e EI18 foram classificadas como questões definidas, ou seja, aquelas que apresentam fácil identificação e solução, assemelhando-se muitas vezes, a exercícios. Os demais problemas formulados podem ser categorizados como de tipo indefinido, sendo essas, menos explícitas no que se refere as etapas a serem seguidas para se obter a solução.

Uma segunda categorização elaborada por Pozo e Crespo (1998) e que coincide com a proposta para essa dissertação (teórico, prático e teórico *versus* prático), são referentes a natureza dos problemas, que podem ser teóricos, experimentais ou teóricos *versus* experimentais. As questões de natureza teórica, são aquelas que demandam de conceitos ou teorias para se chegar a solução; as situações experimentais envolvem questões cuja resolução se dará por via empírica e, as de natureza teórica *versus* experimental abarcam ambos os processos de resolução, teórico e experimental. Dos 18 problemas analisados, a maioria deles é de natureza teórica (83,33%), outros envolvem aspectos teóricos e experimentais ou práticos (EI1, EI2, EI3) e nenhum deles é de natureza unicamente experimental. Os problemas considerados teóricos e experimentais descritos anteriormente, corroboram com a taxonomia desenvolvida por Laudan (1986), que trata de questões conceituais e empíricas.

Pozo e Crespo (1998), também classificam as situações-problema em Problemas Escolares, que se subdividem em qualitativo, quantitativo e pequenas pesquisas. Os problemas qualitativos delimitam suas resoluções a raciocínios teóricos; enquanto que as questões de cunho quantitativo são fundamentadas em operações matemáticas, fórmulas ou equações. Já as pequenas pesquisas, incluem a realização de atividades práticas ou experimentais, nas quais pode-se empregar métodos teóricos e/ ou numéricos para se obter a solução. Grande parte das situações formuladas pelos acadêmicos recorreram a questões de cunho teórico

(EI5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18); enquanto que as situações produzidas pelo G1 abordaram situações que podem ser classificadas como pequenas pesquisas.

Apenas o ensaio EI4 elaborado pelo G2, é puramente quantitativo, no qual solicita-se “o volume em mL do dióxido de carbono numa molaridade de 0,01 M e equacione a reação que ocorre na formação de CO_2 a partir da decomposição do carbonato de cálcio” (G2). Os problemas EI5 e EI6, elaborados pelo mesmo grupo, podem ser classificados como qualitativo e quantitativo, já que uma parte deles solicita dados numéricos e a outra, requer raciocínio teórico, como indicado nessa pesquisa para a classificação quali-quantitativo, referente aos Problemas Temáticos. Quanto a categorização do tipo científico ou cotidiano (POZO; CRESPO, 1998), classificou-se todas as situações como científicas, pois contemplam fases de execução que versam sobre a observação, planejamento, comparação em relação aos dados obtidos. Já as situações classificadas como cotidianas, demandam soluções práticas, elucidadas por meio da ação e nenhuma delas apresentou essa característica.

Ao analisar as situações-problema desenvolvidas pelos futuros docentes, quanto as classificações dicotômicas recomentadas por Watts (1991, apud LOPES 1994), pode-se inferir que todos eles se tratam de problemas formais, sendo pensado previamente pelo professor, nesse caso, os graduandos. Nenhuma das questões surgiu de ambientes de discussões, característica das situações informais e justificada pelo fato da não implementação dos Problemas Temáticos em sala de aula pelos acadêmicos. A respeito das dicotomias: curricular (oriundos de conteúdos escolares) e não curricular (não demandam de conceitos escolares), pode-se inferir que a maioria das situações são não-curriculares, fato que pode ser decorrente da implementação de problemas com características temáticas, uma vez que, assuntos dessa natureza, normalmente, não fazem parte dos currículos escolares do Ensino Médio, nível para o qual os problemas foram produzidos.

Como as questões elaboradas não foram implementadas em sala de aula, podem ser consideradas dadas, ou seja, quanto o estudante não participa de sua formulação, e nenhuma apropriada que possui características contrárias as descritas. Quanto à classificação real/ artificial, verifica-se que 10 das situações apresentadas (EI1,3,6,7,13,14,15,16,17,18) podem ser consideradas reais, pois relacionam-se com necessidades da sociedade. Enquanto que os ensaios (EI2,4,5,8,9,10,11,12) se direcionam para responder interesses escolares e nesse caso, tratando-se de problemas artificiais (LOPES, 1994). As categorizações “livre/ orientado” não serão

consideradas, pois tratam da assessoria ofertada pelo professor nos momentos de resolução e essas questões não foram trabalhadas em sala de aula.

Como mencionado anteriormente, os Problemas Temáticos ainda não haviam sido discutidos com os acadêmicos quando esse primeiro ensaio foi realizado. Mesmo assim, achamos relevante apreciar as questões elaboradas segundo a categorização proposta para essa dissertação, uma vez que, os sujeitos dessa pesquisa já conheciam algumas metodologias balizadas por temas e problemas. Nesse sentido, verificamos que dos dezoito problemas produzidos, sete deles (EI4,8,10,11,14,15,18) não se encaixam como Problemas Temáticos, visto que, tratam de situações de cunho fechado, categoria não abarcada para os mesmos. Apesar dessas questões trazerem contextualizações sobre algumas temáticas, suas resoluções trataram, tão somente de conceitos, não fornecendo elementos para análise de situações sociais sob a perspectiva científica, sendo essa, uma das características dos Problemas Temáticos.

Além dessas fragilidades, outras foram apontadas em plenária durante a apresentação das situações-problemas pelos grupos. Os acadêmicos destacaram que algumas questões elaboradas tem soluções que podem ser identificadas facilmente, não necessitando pesquisas adicionais para sua solução (EI2; EI4; EI5; EI16, EI17 e EI18); Outras contém dados que poderiam levar a resoluções imediatas por meio da utilização de equações ou fórmulas matemáticas, não sendo preciso a projeção de hipóteses (EI4); Não apresentam uma contextualização inicial (EI7; EI8); Incluem uma contextualização muito longa (EI6) ou sem vínculo claro no contexto da situação-problema (EI4); Não evidenciam uma temática definida (EI12); Não faz parte da realidade cotidiana ou social (EI15) e a falta de sequência em praticamente todos os problemas produzidos.

A partir da análise realizada é possível perceber que os futuros professores optaram pela produção de situações teóricas, não curriculares e de natureza semiaberta, delimitado em um contexto previsível. Esse fato pode estar atrelado a falta de hábito em elaborar outros tipos de situações, ou receio de, em uma possível aplicação, não conseguir responder ou orientar em questões abertas. Observou-se também, que a maioria dos grupos (G2, G3, G4, G5, G6) não conseguiu utilizar apenas uma temática para elaborar os problemas de forma sequencial, sendo que apenas o G1 apresentou essa característica. Esse fato foi uma das dificuldades apontadas pelos acadêmicos no Gráfico 6, relativo aos Problemas Temáticos, quando mencionado que “foi difícil adequar o problema a um só tema” (R2).

Em relação as temáticas adotadas, pode-se dizer que, de forma geral, elas partiram de temas relacionados ao meio ambiente ou a saúde, ambos com caráter transversal, amplamente difundidos para serem desenvolvidas na Educação Básica, especialmente no Ensino Fundamental. Outro fator importante é a questão da interdisciplinaridade. Embora as situações-problemas apresentem temáticas que podem estar presentes em diversas áreas do conhecimento, as resoluções apresentadas se direcionam quase que exclusivamente para a disciplina de Química. Um exemplo desse fato, foi observado em plenária, no momento da apresentação das situações-problema, mais especificamente, na relação de conteúdos necessários para a resolução das questões. Com exceção do G2, todos os demais grupos indicaram apenas os conceitos químicos envolvidos na solução dos problemas. O G2, além de apresentar os conceitos químicos, comentou sobre as possíveis áreas do conhecimento que poderiam ser articuladas, além de trazer a questão da conscientização sobre a intoxicação por mercúrio através do consumo de peixes.

4.3.2 Problemas Temáticos

Em uma segunda etapa da elaboração de situações-problema pelos licenciandos, foram produzidos os Problemas Temáticos. Nessa oportunidade, como na anterior, os futuros professores ficaram livres para escolher a temática que gostariam de trabalhar, no entanto, dessa vez, não foram disponibilizados textos ou materiais que pudessem auxiliá-los, ficando a cargo de cada grupo a escolha de uma temática para a formulação de um bloco de problemas.

Nessa fase, os conteúdos selecionados pela pesquisadora (solução e solubilidade; estequiometria; equilíbrio químico; indicadores e pH; ácidos, bases e sais e oxirredução), foram sorteados aos grupos. Dessa forma, os problemas e a temática definida pelos acadêmicos deveriam contemplar o conceito sorteado, porém outros poderiam ser propostos com a finalidade de facilitar o entendimento da temática. Os licenciandos poderiam utilizar a mesma temática empregada nos primeiros problemas ou eleger outra. O Quadro 17, apresenta os Problemas Temáticos elaborados pelos graduandos.

Quadro 17: Problemas Temáticos produzidos pelos acadêmicos

(continua)

Grupos	**Problemas Temáticos (PrT)**
G1	PrT 1) O dia 25 de janeiro de 2019 ficou marcado como uma das maiores tragédias ambientais e a maior de cunho trabalhista da história do Brasil, devido ao rompimento da barragem de rejeitos da mina do Córrego do Feijão, localizada na cidade de Brumadinho (MG). A barragem, gerida pela empresa Vale, atuava na extração de ferro e funcionava, basicamente por etapas. **a) Quais eram essas etapas? (Cada grupo ficará responsável por explicar uma dessas etapas, e para melhorar o entendimento, irão juntamente montar uma maquete fora da sala de aula demonstrando a sua etapa que irá ser** **sorteada, e em seguida cada grupo apresentará para o restante da turma).** **b) Quais os principais aspectos negativos, causado pelo rompimento da barragem, para o ecossistema e a população da região?**
	PrT 2) Segundo a revista Veja, laudos técnicos preliminares indicaram presença em alta concentração, de metais como Crômio, Manganês e Cobre, que são considerados metais pesados, no rio Paraopeba em Brumadinho, dias após o desastre. Reportagem disponível em <https://veja.abril.com.br/brasil/rio-paraopeba-esta-contaminado-com-metais-pesados-e-traz-risco-a-saude/>. Acesso em 14 junho de 2019, **a) Faça um levantamento sobre quais são os metais da tabela periódica que são chamados de metais pesados e diga o porquê são chamados assim.** **b) A partir da amostra de água disponibilizada pelo professor (a), determine qual é o metal que está presente, escreva a reação e encontre alternativa (s) para a separação dos metais presentes na água, que poderiam ser aplicadas ao Rio Paraopeba.**
	PrT 3) A lama de rejeito de mineração da Vale em Brumadinho afetou uma área de pelo menos 2.980 quilômetros quadrados, segundo dados do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (Lapis) da Universidade Federal de Alagoas. A mesma análise mostrou que 90 quilômetros de extensão do Rio Paraopeba haviam sido atingidos pelos rejeitos. Os dados são do dia 27 de janeiro, dois dias após a tragédia (AZEVEDO, 2019). Reportagem disponível em <https://oglobo.globo.com/brasil/lama-da-barragem-em-brumadinho-afetou-area-de-quase-3-mil-quilometros-quadrados-23433589>. Acesso em 14 jun 2019. **a) Tendo visto as consequências e o que causou o rompimento da barragem de Brumadinho, pesquise o que poderia ter sido feito para evitar que a lama atingisse a extensão citada na reportagem.** **b) Pesquise métodos que podem ser usados para que essa lama, já concentrada no Rio Paraopeba, não continue atingindo o mesmo e impeça que atinja ou outros rios.**

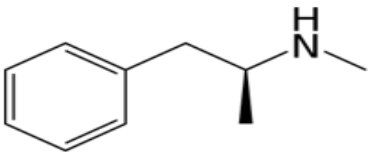
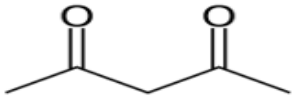
Quadro 17: Problemas Temáticos produzidos pelos acadêmicos

(continuação)

G2	PrT 4) Segundo pesquisas do Médico alemão Carl Erhardt no ano de 1874, o uso de fluoreto ajuda a manter os dentes preservados. Devido a isso, foi criado o creme dental com o intuito de deixar os dentes mais resistentes à acidez presente na boca, mantendo o esmalte do dente protegido (CISCATO, 2006). **a) Por qual motivo é utilizado flúor nos cremes dentais? Existe algum efeito colateral pela ingestão excessiva do flúor no processo de preservação dos dentes, se sim comente.** b) **Prediga qual a massa em gramas e a porcentagem de flúor presente na sua pasta de dente.**
	PrT 5) A hidroxiapatita é o principal mineral de cálcio que constitui os dentes e está presente em diversos seres vivos. Ao longo da vida, ocorre o processo desmineralização e remineralização simultâneamente dos dentes, este equilíbrio pode ser deslocado, favorecendo o processo de erosão dos dentes pela produção de ácido lático das bactérias, que consomem carboidratos fermentáveis presentes principalmente em alimentos açucarados. (MORTIMER, 2017). **a) Como ocorre o processo desmineralização e remineralização dos dentes simultaneamente.** **b) Porque o equilíbrio é deslocado para o lado dos reagentes, ocasionando a erosão dos dentes?** **Quais outros alimentos, além dos já citados, podem favorecer a degradação do esmalte dentário?**
	PrT6) **Utilizando os conhecimentos adquiridos nos problemas anteriores, demonstre de forma prática como ocorre o processo de erosão dos dentes, usando produtos seguros e de fácil acesso.** Ao longo da atividade, faça anotações para a construção de um relatório que contenha: introdução, os materiais utilizados, desenvolvimento do experimento e as conclusões obtidas ao fim do processo.
G3	PrT7) A poluição dos rios é causada por despejos de compostos orgânicos, chumbo e mercúrio, pelas indústrias e esgotos da cidade, entre outros. Um exemplo da poluição é no Rio Jacuí da Bacia Hidrográfica do alto Jacuí, que abrange inúmeros municípios do Rio Grande do Sul, dentre eles o mais próximo da localidade de Santa Maria é o município de Restinga Seca. O rio tem grande importância na agricultura, sendo bastante utilizado para a irrigação das lavouras de plantações de soja, arroz, fumo, etc... Entretanto, como uma parte do rio localiza-se próximo a lavoura, acaba tornando-se alvo da poluição por alguns defensivos agrícolas que são aplicados. **a) Quais as principais classes de defensivos agrícolas são responsáveis pela poluição do rio Jacuí?** **b) Quais COMPOSTOS químicos constituem os principais defensivos agrícolas encontrados na pesquisa anterior?**
	PrT8) A poluição da água dos rios por defensivos agrícolas é um grande impasse enfrentado nas áreas rurais. O seu uso em grandes quantidades contamina os lençóis freáticos e leva a perda da camada fértil do solo; muitas reações envolvendo o equilíbrio químico ocorrem nesses processos, podendo prejudicar a água para o consumo. **Como o excesso desses produtos podem afetar o equilíbrio aquático?**

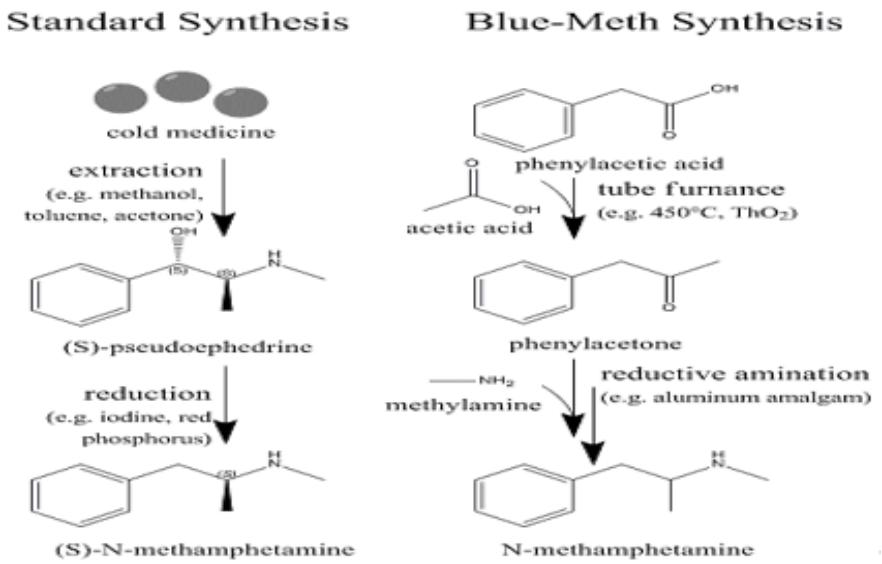
Quadro 17: Problemas Temáticos produzidos pelos acadêmicos

(continuação)

	PrT9) Baseado nas informações obtidas nos problemas anteriores, percebesse o quão prejudicial pode ser os agrotóxicos utilizados. Este sendo um grande problema social, **proponha uma atividade prática que represente como poderia ocorrer a despoluição do rio Jacuí?**
G4	PrT 10) A alteração de alguns minerais como K, Ca, Mg, Na, bem como o uso de alguns fertilizantes, podem afetar a produtividade do solo, prejudicando o crescimento de algumas leguminosas como a soja e o feijão. **Quais são as condições adequadas para a produção desses vegetais? E o que pode interferir em seus cultivos?**
	PrT11) As hortênsias são arbustos que possuem uma floração exuberante e são um dos vários símbolos da Serra Gaúcha, devido a aparência de suas pétalas em forma de coração e por causa da variação de cor, que a mesma pode apresentar. **Quais são as possíveis cores que as hortênsias podem manifestar e porque ocorre essa variação? Demonstre experimentalmente.**
	PrT12) Atualmente a indústria alimentícia vem utilizando um inseto para restituir a aparência original e promover uma coloração visualmente mais atraente ao alimento como por exemplo em picolés, iogurtes, salsicha e bolachas. **Qual é o nome do inseto utilizado e qual sua relação com o pH? Pesquise outros alimentos possui este inseto como corante natural, e traga as embalagens para discutirmos em aula.**
G5	PrT13: Na série Breaking Bad, um professor de química Walter White "Heisenberg" e seu ex-aluno Jesse Pinkman fabricam a substância *(S)-N-methil-1-fenil-propan-2-amina*, mais conhecida como metanfetamina, estes dois personagens em certo momento precisam dissolver quimicamente um corpo para se livrar de evidências, para esta ação Walter White sugere para tal ação um ácido, O ácido Fluorídrico (HF) um ácido moderado porém altamente corrosivo. Este ácido precisava ser armazenado em um reservatório de polietileno, porém, Pinkman não deu ouvidos a este último e colocou o corpo em uma banheira (de cerâmica) o que acabou corroendo a banheira e o piso abaixo e sujou todo o piso e agora eles precisam limpar. **Para fazer a limpeza com segurança eles precisam neutralizar o ácido, Jesse Pinkman precisou lembrar das suas aulas de química e agora conseguir uma base para neutralizar o ácido e no seu estoque só achou escrito nos rótulos: Na_2SO_4, $NH_4Cl(s)$, $CaCO_3$**  *N-methil-1-fenil-propan-2-amina.* 

Quadro 17: Problemas Temáticos produzidos pelos acadêmicos

(continuação)

	PrT14: Walter White para sintetizar o “cristal” (*S)-N-methil-1-fenil-propan-2-amina)* necessitava de uma anfetamina (descongestionante nasal) disponível em farmácias, porém essa *droga* é controlada e faz-se necessário o uso de “smurfs” (pessoas usuárias para comprar a droga) o que acaba sendo inviável para a extensa produção que ele tinha em mente, para isto, Walter White faz uma lista de compras para Jesse frisando que este deveria comprar em cada reagente em locais distintos, para não evidenciar a finalidade das compras. A primeira etapa para a nova produção utiliza Ácido Fenilacético (Ácido 2-fenil etanóico, Ácido 2-fenil acético) entre outros reagentes a metilamina. **Explique o uso da metilamina nesse processo.** 
	PrT15: A parte do processo onde é formada a imina necessita o uso de ácidos para protonação do oxigênio e base para retirada de hidrogênio do nitrogênio, a base, é a base conjugada do ácido utilizado para protonação, Walter White utiliza-se ácido acético para acidificar o meio, e Jesse Pinkman foi longe de ser um bom aluno em química quando aluno do Sr. Walter, **quando Jesse tentou “cozinhar” sozinho não entendia muito bem essa etapa, e pode ter utilizado acetilacetona com ácido, defenda Jesse nesta escola.**
G6	PrT16: Ao se prepararem para uma maratona ou prova extensa os atletas profissionais ingerem uma grande quantidade de carboidratos e mesmo assim conseguem manter a boa forma física. **No entanto, uma pessoa sedentária ao ingerir a mesma quantidade de carboidratos que um atleta desenvolve sobrepeso. Porque isso ocorre? E qual a função do carboidrato no organismo?**
	PrT17: Sabemos que em pleno século XXI manter o corpo saudável e em boa forma é o sonho de muitas pessoas presentes na sociedade. No entanto, na busca do corpo "perfeito" a grande maioria das pessoas acabam se deixando levar pelas "Dietas Mágicas" que circulam pela internet. Em grande parte destas dietas, a regra para alcançar o tão sonhado objetivo é eliminar os carboidratos e lipídios da dieta e aumentar consideravelmente a ingestão de proteínas. **Sabe-se que as proteínas podem ser utilizadas para produção de energia no organismo, mas essas são**

Quadro 17: Problemas Temáticos produzidos pelos acadêmicos

(conclusão)

	menos indicadas comparadas aos carboidratos e lipídios para esse processo, por que isso ocorre? E como a Uréia está relacionada a esse processo?
	PRT18: Em tempos onde a sociedade está cada vez mais preocupada com a estética e bem estar, a utilização de dietas aliada a exercícios físicos se tornou hábito de grande parte da população. Dentro das dietas a ingestão de alimentos denominados termogênicos como o chá verde, está cada vez mais em alta devido sua capacidade de aumentar a queima calórica dos alimentos dentro do organismo humano. **Pesquise como ocorre a ação dos alimentos termogênicos no organismo e como essa ação está relacionada com o aumento da queima calórica e perda de peso corporal.**

Fonte: autor

As situações-problema produzidas nessa segunda etapa foram analisadas conforme os referenciais teóricos utilizados anteriormente na apreciação dos primeiros problemas. Dos 18 Problemas Temáticos elaborados pelos acadêmicos, observa-se que 06 deles podem ser considerados interdisciplinares, pois elencam para sua resolução, conceitos de outras disciplinas escolares. Salienta-se, entretanto, que a apresentação de conceitos de diferentes áreas do conhecimento pode se configurar como uma necessidade em virtude da contextualização daquilo que se pretende ensinar e que é vivenciado no cotidiano dos estudantes (HALMENSCHLAGER, 2014).

Quanto à eleição das temáticas, verificou-se a abordagem dos seguintes assuntos: Mineração de barragens (G1), Saúde Bucal (G2), Poluição dos rios (G3), Fauna e flora global (G4), A química presente nas séries de TV (G5) e Metabolismo corporal (G6). A partir das temáticas propostas, observa-se a preferência dos grupos por temas ambientais (G1; G3; G4) e relativas à saúde (G2; G6). Sendo que somente o Grupo 5 (G5), adotou uma temática diferente, essa relacionada a séries televisivas.

Por meio da análise das temáticas selecionadas pelos grupos 1 e 3 pode-se verificar suas associações com questões de cunho social que tem sido amplamente debatida nos mais diversos setores da sociedade. Questões dessa natureza, quando vinculadas a conceitos científicos que objetivam o desenvolvimento de atitudes e valores pelos estudantes, encontram amparo no movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (ACEVEDO DIAZ, 1995, 1996, 2002; AIKENHEAD, 1994; AULER, 2001, 2003; SANTOS; SCHNETZLER, 1997), pois consideram os aportes científicos e tecnológicos envoltos em demandas sociais que trazem, em um primeiro momento,

benefícios a população, tais como a implantação de grandes empresas mineradoras que podem promover a empregabilidade na região e, o aumento da produtividade agrícola, respectivamente. Além disso, um exame minucioso dessas temáticas também permite enquadrá-las como temas químico sociais (SANTOS, 1992), pois refletem um ensino pautado na participação ativa e tomada de decisões pelos estudantes, considerando para tanto, o domínio de conceitos químicos vinculados a seus contextos cotidianos.

As temáticas escolhidas pelos grupos 1, 3 e 4, também se enquadram como temáticas ambientais que têm sido difundidas nos documentos oficiais da educação para serem desenvolvidas em todos os níveis de ensino. Os assuntos de cunho ambiental encontram amparo no movimento CTS, mais especificamente em um de seus desdobramentos, denominado CTSA, que busca incorporar a dimensão ambiental nos currículos de ciência (MARCONDES, et al., 2009).

Os grupos 2 e 6 optaram por trabalhar com o tema saúde. O G2, atrelou o tema à Saúde Bucal e o G6 à alimentação, ambos discutidos nas normativas educacionais, principalmente associados aos Temas Transversais (BRASIL, 1997). De acordo com Trevisan (2012, p. 34) a saúde bucal pode ser considerada como “parte integrante da saúde em geral e implicam estar longe de doenças que afetem o complexo craniofacial”. A autora destaca ainda, a influência das doenças bucais para a qualidade de vida das pessoas que abrange fatores biológicos, relativos ao processo de alimentação e questões referentes a autoestima e relações sociais.

Já o tema alimentação, escolhido pelo G6, apresenta diversas variáveis que podem ser trabalhadas na Educação Básica, uma vez que, é indiscutível a presença dos alimentos no cotidiano de todos os seres vivos (PAZINATO, BRAIBANTE, 2019). As temáticas eleitas pelos grupos de acadêmicos visam trabalhar com as necessidades dos estudantes, suas culturas, suas comunidades e grupos de socialização. Estes fatores podem estar associados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), nos quais, em uma de suas finalidades, mais especificamente na quarta, propõem assegurar a “educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (IPEA, 2019).

Os conteúdos contemplados para serem trabalhados por meio dos Problemas Temáticos foram: ligações químicas, ecologia, fotossíntese, doenças, cadeia alimentar, precipitação, concentração, tabela periódica, separação de misturas e

solução e solubilidade (G1); pH, equilíbrio químico, ácidos e bases, mineralogia, reino monera, microbiologia, citologia, saúde preventiva e estequiometria (G2); O Grupo 3, elaborou situações-problemas que demandam dos conteúdos basicamente químicos, sendo eles: Equilíbrio químico, pH, oxidação e redução e ácidos e bases.

O quarto grupo elegeu os conceitos de pH, indicadores de pH e reações ácido-base para permear a solução dos Problemas Temáticos elaborados. O Grupo 5, elegeu os conteúdos de sais, ácidos e bases considerando as teorias propostas por Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis e, o Grupo 6 elencou os conceitos de carboidratos e açucares, ciclo da amônia e oxidação e redução para a solução das situações-problemas produzidas por eles.

No que se refere a categorização adotada nessa dissertação, pode-se inferir que as situações-problema PrT 3, 7, 8 e 12 são consideradas de cunho aberto (ECHEVERRIA; POZO, 1998; WATTS, 1991 apud LOPES, 1994). As situações-problemas dessa natureza, também apontada na categorização proposta para essa dissertação, são compostas por demandas que não se limitam a um contexto previamente delimitado, “permitindo ao resolvedor fazer várias explorações e abordagens válidas e, em alguns casos, chegar a várias soluções” (LOPES, 1994, p. 32). É o caso da situação-problema produzida pelo Grupo 1 que solicita uma pesquisa sobre as ações que poderiam ser adotadas para evitar a contaminação de outros rios próximos ao Rio Paraopeba, atingido por rejeitos de minérios no desastre ocorrido na cidade de Mariana em Minas Gerais.

Ações dessa natureza, levam em conta uma série de fatores que incluem questões ambientais, econômicas, políticas, relacionadas a saúde populacional e do modo de vida das comunidades afetadas. Nesse sentido, ao tentar solucionar esse tipo de questão, os estudantes podem ser conduzidos a explorar os conteúdos necessários para sua solução, envolvendo saberes de diversas áreas do conhecimento, aguçando sua capacidade crítica e reflexiva sobre os pontos envolvidos que abrangem uma série de variáveis pessoais e de ensino e aprendizagem (LOPES, 1994). Cunha (2001, p. 91), referenciando Dewey, salienta que questões dessa natureza envolvem processos científicos, atrelados a demandas sociais que “submetem-se, invariavelmente, à experiência humana, que é, por sua vez, essencialmente social”.

Os problemas de natureza semiaberta (ECHEVERRIA; POZO, 1998), foram identificados nas situações criadas pela totalidade dos grupos, sendo detectadas nos

problemas PrT 1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, perfazendo um percentual de 72,22%. Enquanto que a categorização fechada foi identificada apenas no PrT 13, formulada pelo grupo 5, sendo essa situação também tratada como indutiva. Os demais Problemas Temáticos foram classificados como dedutivos segundo a categorização proposta por Echeverría e Pozo (1998).

No que se refere as classificações sugeridas por Pozo e Crespo (1998), pode-se constatar que todos os problemas podem ser categorizados como indefinidos, com exceção da situação PrT 13 que foi considerada definida, ou seja, apresenta fácil identificação e solução, assemelhando-se a exercícios. As situações-problemas com características teóricas ou conceituais (POZO; CRESPO, 1998; LAUDAN, 1986), foram encontradas nos Problemas Temáticos 3,4,5,7,8,10,12,13,14,15,16,17,18. Enquanto que as situações com características puramente experimentais, empíricas ou práticas, foram constatadas apenas nos PrT 6 e 9. Os demais problemas abarcam a categorização teórico *versus* experimental (PrT 1, 2, 11), ou como proposto nessa dissertação teórico *versus* prático, uma vez que envolvem ambos os tipos de tarefas concomitantemente.

Os problemas de cunho qualitativo sobressaíram-se em relação aos demais, sendo encontrados nos PrT 3,4,5,7,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18. A situação-problema de número 4 abrange uma parte que pode ser considerada quantitativa, já que solicita “a massa em gramas e a porcentagem de flúor presente na sua pasta de dente” (G2), demandando de dados numéricos para sua solução, caracterizando-se como quali-quantitativa, como sugerido nessa pesquisa. Os PrT 1,2,6,9 são considerados, de acordo com a classificação de Pozo e Crespo (1998), pequenas pesquisas, envolvendo ao mesmo tempo atividades práticas ou experimentais e manipulações teóricas e/ou numéricas para que se possa obter a solução.

Dos 18 Problemas Temáticos produzidos pelos acadêmicos, os de número 2,3,4,5,6,11,12,13,14,15,16,17 podem ser considerados como situações de cunho científico, ou seja, aquelas que contemplam em suas fases de execução a observação, formulação de hipóteses, planejamento e comparação de dados (POZO; CRESPO, 1998). As demais (PrT1,7,8,9,10,18) foram tratadas como cotidianas, pois sugerem situações recorrentes na vida diária, que demandam de soluções práticas.

Quanto as classificações dicotômicas indicadas por Watts (1991, apud LOPES, 1994), observa-se que todos os problemas abarcam a categoria formal, uma vez que foram pensados previamente pelos acadêmicos que os apresentaram com a

formulação desejada. As situações consideradas curriculares foram encontradas nos PrT 4,13,14,15,16,17, enquanto que as não-curriculares permearam o restante dos problemas (PrT 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,18). A questão de número 4, pode ser considerada tanto curricular como não-curricular, pois, cada uma das alternativas abarca uma categorização.

Os problemas caracterizados como dados, no qual o estudante não participa de sua formulação, abrange todas as situações produzidas, enquanto nenhum é considerado apropriado uma vez que, não foram implementados no ambiente escolar. As situações de cunho Real, aqueles que apresentam relação com as demandas sociais, foram produzidos pelos grupos 1, 3, 4 e 6, sendo encontrados nos PrT 1,3,7,8,9,10,12,18. As outras situações elaboradas (PrT 2,4,5,6,11,13,14,15,16,17) se tratam de questões artificiais, ou seja, aquelas que não possuem relação direta com as necessidades sociais, mas respondem interesses acadêmicos (WATTS, 1991 apud LOPES, 1994).

Os Problemas Temáticos produzidos pelos acadêmicos foram avaliados, primeiramente por pares, conforme apontado na Figura 12 e posteriormente em plenária pelo grande grupo. Para isso, utilizou-se a ficha de avaliação reformulada (APÊNDICE G), na qual haviam afirmativas relativas à caracterização como problema, quanto a temática e aos conteúdos. Após a apresentação das situações-problema pelos grupos, os acadêmicos foram remanejados, obtendo-se uma nova configuração dos grupos, os quais foram denominados de Grupo de Avaliadores. Esses avaliadores, responderam a nova ficha avaliativa conforme suas percepções sobre os problemas dos colegas e a entregaram para a pesquisadora. Em um momento posterior, retomou-se a formulação original dos grupos para a apresentação das soluções dos problemas elaborados por eles e se deu início a avaliação plenária de cada problema temático, por meio da discussão das fichas avaliativas anteriormente preenchida pelos pares.

A partir da análise de cada uma das situações-problema, algumas fragilidades foram apontadas. As inconsistências destacadas em plenária estão apresentadas no Quadro 18:

Quadro 18: Fragilidades apontadas pelos acadêmicos na análise dos Problemas Temáticos

(continua)

Grupo 1			
PrT	**Caracterização como Problema Temático**	**Caracterização quanto à temática**	**Caracterização quanto ao conteúdo**
PrT1	-	-	Conceitos selecionados/apresentados insuficientes para viabilidade do entendimento da temática e solução do problema
PrT2	Existem no problema (questão b) dados que podem levar o estudante a solucioná-lo imediatamente caso tenham conhecimento de atividades experimentais com essa finalidade	-	Conceitos insuficientes para solucionar o problema e realizar o levantamento de suposições acerca do mesmo.
PrT3	-	-	Conceitos insuficientes para solucionar o problema
Grupo 2			
PrT4	A formulação do problema guia para uma resposta única (questão b).	-	-
PrT5	As questões a, b apontam para resoluções diretas, enquanto que a questão c pode ter várias soluções.	-	-
PrT6	-	-	-
Grupo 3			
PrT7	-	A temática pode não estar associada a realidade social por que foi elaborada de acordo com as características especificas de uma dada região.	Conceitos selecionados/apresentados insuficientes para viabilidade do entendimento da temática e solução do problema, visto que não foram abordados/selecionados conceitos referentes as áreas de geografia e biologia.
PrT8	-	A temática pode não estar associada a realidade social por	Conceitos selecionados/apresentados insuficientes para
		que foi elaborada de acordo com as características	viabilidade do entendimento da temática e solução do problema
		especificas de uma dada região.	Reformular o problema focando no conteúdo de equilíbrio químico.
PrT9	-	A temática pode não estar associada a realidade social por que foi elaborada de acordo com as características especificas de uma dada região.	Conceitos selecionados/apresentados insuficientes para viabilidade do entendimento da temática e solução do problema.

Quadro 18: Fragilidades apontadas pelos acadêmicos na análise dos Problemas Temáticos

(Conclusão)

Grupo 4			
PrT10	-	-	-
PrT11	-	-	-
PrT12	O problema não comporta diferentes respostas ou meios para se obter a solução,	-	-
PrT12	sendo classificado como fechado.	-	-
Grupo 5			
PrT13	Existem dados no problema que podem levar o estudante a solucioná-lo imediatamente. Não é possível levantar suposições por se tratar de uma questão fechada, que se direciona para uma única resposta.	O problema não fornece elementos para a análise de situações sociais por se tratar da dramaturgia.	-
PrT14	-	O problema não fornece elementos para a análise de situações sociais por se tratar da dramaturgia.	-
PrT15	-	O problema não fornece elementos para a análise de situações sociais por se tratar da dramaturgia.	-
Grupo 6			
PrT16	-	-	Conteúdos selecionados/apresentados insuficientes para a solução do problema.
PrT17	O problema não comporta mais de uma resposta ou diferentes meios para se obter a solução.	-	Conteúdos selecionados/apresentados insuficientes para a solução do problema.
PrT18	-	-	Conteúdos selecionados/apresentados insuficientes para a solução do problema.

Fonte: Autor

De acordo com a categorização proposta nessa pesquisa para os Problemas Temáticos, é possível inferir que o PrT13 se trata de uma questão de cunho fechado, não podendo ser classificada como um Problema Temático. Embora a situação 13 contemple uma temática, ela contém em sua formulação dados que podem levar a resolução imediata, inviabilizando a pesquisa e o levantamento de suposições, uma vez que traz em seu enunciado as opções de respostas, direcionando-se para uma

única solução. Também não fornece elementos para a análise de situações sociais sob a perspectiva científica da maneira como foi formulada, além de não estar vinculado a realidade social ou cotidiana dos possíveis estudantes, caso eles não tenham o hábito de assistir programas dessa natureza.

Nesse caso, a sugestão seria adotar a temática drogas e contextualizar com trechos da série, permitindo assim, que os estudantes tivessem acesso a produção artística. A obra em questão retrata a vida de um químico, professor de Ensino Médio, que passa por algumas adversidades familiares, financeiras e de saúde, que o leva a produzir e comercializar anfetamina, na tentativa de pagar suas dívidas hospitalares e dar uma vida tranquila à sua família. No que se refere a situação-problema elaborada, foi sugerido em plenária a reformulação da questão, excluindo as opções de respostas.

A temática drogas, pode ser considerada um desdobramento do tema saúde, que como já mencionado, é uma questão amplamente discutida nos documentos normativos educacionais. Além disso, se refere a um assunto de relevância social, que pode ser enquadrado como um tema sociocientífico, visto que discorre de um assunto controverso que abrange dilemas sociais relacionados a conhecimentos científicos bastante debatidos nos meios de comunicação (LIMA; MARTINS, 2013).

Os demais Problemas Temáticos, ainda que apresentem algumas inconsistências, segundo a avaliação dos próprios acadêmicos, não abrangem de forma negativa a maior parte das características propostas para essa estratégia de ensino. Além disso, algumas das fragilidades apontadas podem ser decorrentes dos conhecimentos científicos dominados pelos licenciandos, uma vez que, no período dessa pesquisa eles cursavam o 3° semestre do curso de Química Licenciatura.

Um exemplo dessa possibilidade foi apontado nos PrT 1, 2,3,7,8,9,16,17,18 a insuficiência de conceitos para o entendimento da temática e solução do problema, no entanto, os PrT 1, 2 e 3, relacionam situações reais, que naquele momento, não haviam sido encontradas soluções claras e bem definidas. Nos PrT 7, 8, 9 foi mencionado a necessidade de englobar conceitos de outras disciplinas, como Geografia e Biologia, as quais os acadêmicos não possuem domínio dos conteúdos e, os PrT 16, 17, 18 abordam conhecimentos relacionados à área de Bioquímica, disciplina que é prevista para ser cursada no 6° semestre do referido curso. Do mesmo modo, observa-se que os acadêmicos mencionam a possibilidade de solução imediata pelos futuros estudantes em alguns problemas, entre eles, as situaçõe-problema 2 e

5, que estão diretamente vinculadas a conceitos já estudados pelos próprios acadêmicos, como: os metais da tabela periódica, a análise de elementos em amostras de água e ao deslocamento de equilíbrio químico.

A comparação entre os problemas criados na primeira etapa da implementação dessa proposta didática e os Problemas Temáticos, demostra um amadurecimento das ideias sobre a relevância da apresentação das situações-problema com a utilização de apenas uma temática tratada de forma sequencial. Anteriormente, no Ensaio Inicial, quase a totalidade das questões formuladas pelos grupos não mantinham a mesma temática no bloco de problemas, exceto o Grupo 1 que contemplou essa característica.

Outra particularidade verificada em relação aos problemas elaborados em cada uma das etapas de trabalho é que os grupos optaram pela troca de temáticas, com exceção do G1 que manteve o mesmo assunto, porém reformulando as questões. Outro aspecto observado se trata da questão da interdisciplinaridade, que de forma geral, foi contemplada apenas pelos grupos 1 e 2, os quais indicaram, em plenária, conteúdos de áreas ou disciplinas distintas para uma provável solução dos problemas. Os demais grupos apontaram, na apresentação das situações, apenas os conteúdos químicos que poderiam estar relacionados com cada problema.

Ao tratar da questão interdisciplinar Konder (1998, p. 42), destaca que no Brasil a relação entre o Ensino de Ciência e a cidadania ganha ênfase a partir do contexto da pesquisa científica e suas consequências sociais, políticas e culturais, mas que ainda o “processo de alfabetização científica dos estudantes raramente chega a uma compreensão integrada dos conceitos científicos envolvendo suas conexões e vínculos com as diversas disciplinas”. Nesse sentido, talvez esse seja um dos motivos de dificuldade encontrado pelos licenciandos para não elaborar situações-problemas priorizando a perspectiva interdisciplinar.

Os Problemas Temáticos criados na segunda etapa da implementação da pesquisa, deveriam compor os planos de aula produzidos pelos acadêmicos, com objetivo de analisar como eles viabilizariam a implementação dos Problemas Temáticos em sala de aula. Nesse sentido, o próximo tópico destina-se a apresentação e análise das sequências de atividades desenvolvidas pelos acadêmicos para um iminente contexto escolar.

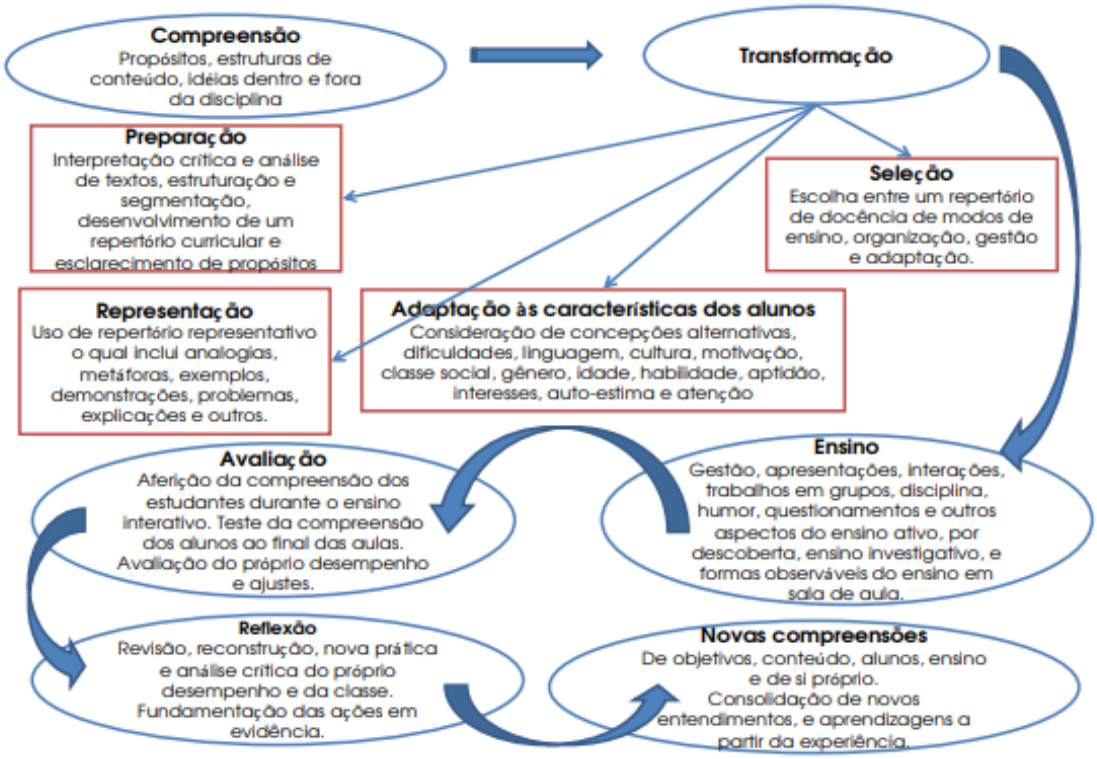
4.4 PLANOS DE AULA

Os planos de aula elaborados pelos acadêmicos incluem os Problemas Temáticos, bem como, uma possível execução das tarefas produzidas para o contexto educacional. Nesse sentido, pretendeu-se saber como os licenciandos colocariam em prática as atividades desenvolvidas na PED, considerando para tanto, o conhecimento do conteúdo e conhecimento pedagógico geral proposto por Marcon (2011). Esses saberes são amplamente discutidos por diversos pesquisadores da área de educação (SHÖN, 1992; SHULMAN, 1987; GAUTHIER et al., 1998; TARDIF, 2002; PIMENTA, 1999), que os consideram primordial para o sucesso da educação escolar e para a formação integral do licenciando.

De acordo com Marcon (2011), o conhecimento do conteúdo está diretamente relacionado aos conceitos a serem ensinados. O autor subdivide esse saber em duas vertentes que tratam dos momentos de aprendizado do acadêmico enquanto estudante e, das circunstâncias de ensino, em que os licenciandos utilizam os conteúdos aprendidos, adaptando-os para serem ensinados. No que se refere ao conhecimento do conteúdo, utilizamos a categoria que trata dos conhecimentos a serem ensinados, uma vez que, os planos de aula foram projetados para uma iminente transposição para a Educação Básica.

O conhecimento pedagógico do conteúdo inclui saberes que recaem sobre o julgamento e a ação docente diante dos processos de raciocínio sobre o conteúdo a ser ensinado (FERNANDES, 2011). Esses processos podem ser entendidos como um ciclo de atividades de compreensão, transformação, instrução, avaliação e reflexão, culminando no Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) proposto por Shulman (1987) e posteriormente adaptado por Salazar (2005), conforme a Figura 16.

Figura 16: Modelo de Raciocínio Pedagógico e Ação (MRPA) proposto por Shulman (1987) e adaptado por Salazar (2005).



Fonte: FERNANDES (2011)

Para Fernandes (2011), esse modelo representa os saberes que o docente possui em relação aos conteúdos, associado as práticas de ensino, incluindo as abordagens metodológicas e as estratégias de instrução desenvolvidas sobre determinados assuntos. Dessa forma, o MRPA proposto por Shulman (1987) representa uma série de etapas a serem realizadas que auxiliam no desenvolvimento da prática profissional docente, frente a um determinado conteúdo. Essas etapas incluem, de forma geral, o conhecimento do conteúdo, pedagógico geral, do contexto, dos alunos, e as reflexões que devem ser realizadas pelo professor antes, durante e após suas ações pedagógicas.

Dessa forma, procurou-se, dentre as unidades que compunham o plano de aula (identificação, tema, temática, título, conteúdos selecionados e abordados, pré-requisitos conceituais, objetivos- geral e especifico, série de aplicação, tempo das atividades em horas/aulas, procedimentos metodológicos, recursos didáticos, proposta para avaliação, cronograma e referências bibliográficas), identificar alguns tópicos para a análise do conhecimento do conteúdo. Dentre esses dados optou-se

por examinar aqueles relativos aos conteúdos e suas transformações, currículo e objetivos educacionais.

Com relação ao Conhecimento pedagógico Geral, optou-se em avaliá-lo por meio dos itens: contextualização, estratégias instrucionais e avaliação. Ambas unidades escolhidas para compor a análise dos planos de aula produzidos pelos acadêmicos, encontra respaldo em Shulman (1987), sobre a definição do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, que em suas palavras se refere a:

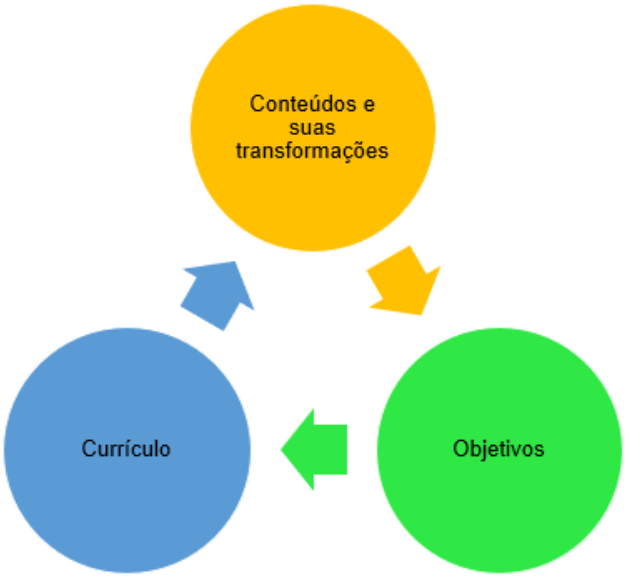
> [...] aquele conhecimento que vai além do conhecimento da matéria em si e chega na dimensão do conhecimento da matéria para o ensino. Eu ainda falo de conteúdo aqui, mas de uma forma particular de conhecimento de conteúdo que engloba os aspectos do conteúdo mais próximos de seu processo de ensino. [...] dentro da categoria de conhecimento pedagógico do conteúdo eu incluo, para os tópicos mais regularmente ensinados numa determinada área do conhecimento, as formas mais úteis de representação dessas ideias, as analogias mais poderosas, ilustrações, exemplos e demonstrações – numa palavra, os modos de representar e formular o tópico que o faz compreensível aos demais. Uma vez que não há simples formas poderosas de representação, o professor precisa ter em mãos um verdadeiro arsenal de formas alternativas de representação, algumas das quais derivam da pesquisa enquanto outras têm sua origem no saber da prática. (SHULMAN, 1987, p. 9)

A partir dessa breve explanação sobre a forma como os planos de aula foram analisados, passa-se a análise do conhecimento do conteúdo.

4.4.1 Conhecimento do Conteúdo

Conforme mencionado anteriormente, essa categoria foi analisada considerando os itens apresentados na Figura 17.

Figura 17: Itens considerados na análise da categoria conhecimento do conteúdo



Fonte: Adaptado de Fernandes, 2011

Para um melhor entendimento dessa categoria, apresenta-se no Quadro 19, uma síntese das atividades projetadas pelos acadêmicos, considerando alguns itens que serão discutidos na categoria denominada conhecimento do conteúdo.

Quadro 19: Síntese das atividades desenvolvidas pelos acadêmicos.

(continua)

Dados descritos para a iminente realização das práticas pedagógicas				
Grupo	**Ano/série**	**Temática**	**Conceitos**	**Pré-requisitos**
G1	2° ANO (EM)	Mineração de Barragens	-Solução -Solubilidade -Concentração -Precipitação -Titulação.	Química -Mistura -Separações de misturas -Tabela periódica - Ligações químicas - Estequiometria Biologia - Cadeia alimentar; - Fotossíntese; - Ecologia.
G2	2° Ano (EM)	Saúde Bucal	-Estequiometria; -pH; -Equilíbrio Químico; -Ácidos e bases	Química -pH; -Ácidos e bases; -Tabela periódica. Biologia -Reino monera;

Quadro 19: Síntese das atividades desenvolvidas pelos acadêmicos.

(conclusão)

				-Microbiologia oral; -Mineralogia.
G3	2° Ano (EM)	Poluição dos rios com agrotóxicos.	Química -Equilíbrio Químico; -pH; pOH; -Química dos agrotóxicos; Biologia -Meio ambiente	Química -Ácidos e bases; -Oxidação e redução; -Misturas e separação de misturas; -Solubilidade; Nomenclatura de elementos Químicos.
G4	1° Ano (EM)	Fauna e flora global	-pH; -Indicadores de pH; -Reações ácido-base.	
G5	2° Ano (EM)	A Química presente nas Séries de TV	-Ácidos, bases e sais;	
G6	3° Ano (EM)	Metabolismo corporal	-Açúcares e carboidratos; -Ciclo da ureia; -Alimentos termogênicos.	-Reações de oxidação e redução; -Hidrocarbonetos; -Macromoléculas orgânicas; -Toxidade; -Temperatura;

Fonte: autor

Conforme apresentado no Quadro 19, cada grupo de acadêmicos selecionou conteúdos para serem ministrados em aula, considerando a temática escolhida. As definições apresentadas pelos grupos sobre os conteúdos sorteados, são exibidas no Quadro 20. Os dados descritos foram utilizados em sua formatação original, sem correções.

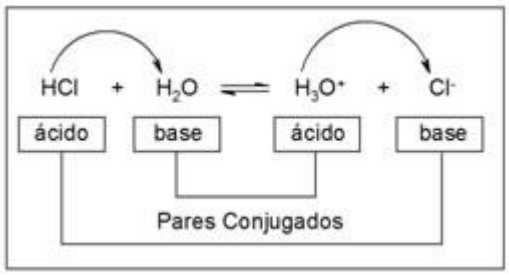
Quadro 20: Definições apresentadas pelos grupos para os conteúdos sorteados

(continua)

Grupos	**Conceitos sorteados**	**Definições apresentadas**
G1	**Solução**	É o soluto mais o solvente. São misturas homogêneas de duas ou mais substâncias, e elas podem ser obtidas pela adição de uma ou mais substâncias a outra, sem que elas alterem sua constituição Química, formando uma só fase.
	Solubilidade	É a quantidade máxima de uma substância capaz de ser dissolvida em uma quantidade fixa de solvente, em determinadas condições de temperatura e pressão.

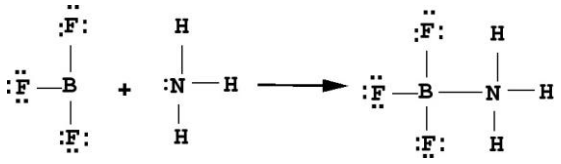
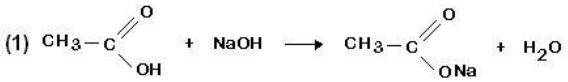
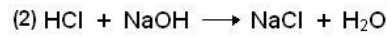
Quadro 20: Definições apresentadas pelos grupos para os conteúdos sorteados

(continuação)

G2	**Estequiometria**	É o cálculo das quantidades de substâncias envolvidas em uma reação química. A estequiometria se baseia nos conceitos de Mol, número de Avogadro, massa molar e massa molecular.
G3	**Equilíbrio Químico**	As reações que são estudadas em química nem sempre resultam em uma conversão completa de reagentes e produtos, pois todas podem alcançar um equilíbrio, mesmo que isso nem sempre seja evidente. No estado de equilíbrio a razão entre a concentração de reagentes e produtos é constante. Portanto a velocidade da reação direta é igual a da inversa, sendo assim, observações das modificações macroscópicas não podem ser feitas. A relação da concentração no equilíbrio, ou seja, a posição do equilíbrio é independente da forma como este equilíbrio foi alcançado. Essa posição pode ser alterada se forem aplicadas forças externas, como temperatura e pressão, (caso tenha reagentes ou produtos gasosos), volume ou na concentração total dos mesmos. O primeiro princípio de Lê Chatelier estabelece que a posição de equilíbrio sempre mudará na direção que contrabalanceie ou minimize a ação de uma força externa aplicada ao sistema. Entretanto ressalta-se que o excesso de reagente ou produto adicionado ao sistema, nunca é completamente consumido. $aA(aq) + bB(aq) \rightleftharpoons cC(aq) + dD(aq)$
G4	**pH**	Não desenvolveu os conceitos no plano de aula
	Indicadores de pH	Não desenvolveu os conceitos no plano de aula
G5	**Ácidos, bases e sais**	**Teoria de Arrnenius:** Ácidos: São compostos que dissolvidos em água liberam íons hidrogênio. Base: Toda substância que em água libera íons hidroxila. **Teoria de Bronsted-Lowry:** Os ácidos são espécies que tendem a perder prótons e bases são espécies que tendem a recebê-los.  HCl e C^{l-} formam um par de ácido-base conjugado. A espécie HCl é um ácido porque doa um próton e transforma-se em Cl^-. Já o Cl^- é uma base que pode receber um próton transformando-se na espécie HCl. O outro par conjugado é formado por H_2O e H_3O^-, á água é a base, podendo assim receber um próton, e o hidrogênio é um ácido, podendo doar um próton. **Teoria de Lewis:** Ácidos são espécies capazes de receber pares de elétrons; bases são espécies capazes de doar pares de elétrons. Uma reação ácido-base consiste na formação de uma ligação covalente coordenada mais estável. Sua teoria também abrange reações ácido-base em outros solventes, como o etanol.
G6	**Oxidação e Redução**	Não desenvolveu os conceitos no plano de aula

Quadro 20: Definições apresentadas pelos grupos para os conteúdos sorteados

(conclusão)

		 Sais: São resultado de uma reação entre um ácido e uma base, essa reação é conhecida como neutralização, tendo junto a formação de água. O sal é uma classe de substâncias constituída por cátions e ânions diferentes do hidróxido. Considerando a Teoria de Arrhenius, o sal pode ser definido como: Sal é toda substância que, em água, libera pelo menos um cátion diferente do próton H^+ e pelo menos um ânion diferente do hidróxido (QUIMICA CIDADÃ: VOLUME 2, 2° SÉRIE).   Os sais são compostos iônicos que possuem um cátion diferente de H^+ e um ânion diferente de OH^-.

Fonte: dados coletados nos planos de aula

É importante destacar que as definições mencionadas no Quadro 20, representam os conteúdos sorteados, porém, outros conceitos foram apresentados em alguns planos de aula, incluindo aqueles denominados de pré-requisitos. O grupo 1, por exemplo, definiu os aspectos quantitativos das soluções, suas diluições, misturas e, aspectos relacionados a técnica de titulação, que por sua vez, envolve reações químicas que dependem da proporção estequiométrica em soluções compostas por um mesmo solvente. O G2, incluiu em seu plano de aula os conceitos de Mol, massa molar e volume molar, balanceamento de equações, reagente limitante e reagente em excesso, cálculo de pureza e de rendimento, o G3 englobou os conceitos relativos a constante de equilíbrio e o grupo 6, apresentou como pré-requisitos os conceitos de Reações de oxidação e redução; Hidrocarbonetos; Macromoléculas orgânicas; Toxidade e Temperatura. Os demais grupos não indicaram os conceitos que poderiam fundamentar os conteúdos sorteados.

Com relação as definições apresentadas no Quadro 20, a bibliografia consultada (BROWN ET. AL, 2005; ATKINS; JONES, 2012), nos permite verificar que

os conceitos parecem estar de acordo com a conceituação científica da área, porém, adaptados as circunstâncias apresentadas nos planos de aula conforme a temática escolhida.

Relativamente ao currículo, optou-se por analisá-lo examinando os conteúdos descritos como pré-requisitos, uma vez que, o conhecimento dessas conceituações pode estar relacionado com a familiaridade com o currículo do Ensino Médio. Os conteúdos apontados como pré-requisitos aparentam concordância com os tópicos de estudo desenvolvidos no plano de aula e com as temáticas propostas pelos grupos. Contudo é relevante salientar que quando trabalhamos com temas há uma variedade de conceitos que podem ser abordados, não se restringindo apenas a uma série ou ano de estudo, mas abarcando questões estudadas em diferentes períodos.

As definições isoladas, embora estejam corretas, podem não retratar as correlações exigidas quando associadas a temáticas e problemas. Dessa forma, será discutido como essas conceituações foram apresentadas na solução dos Problemas Temáticos dos dois primeiros grupos, conforme suas projeções.

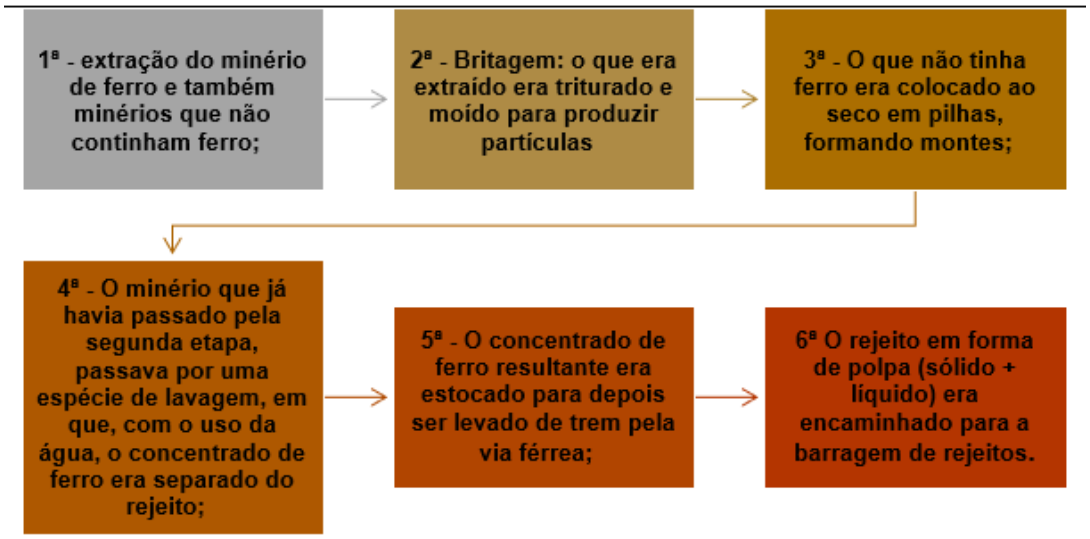
A opção por discutir os trabalhos produzidos pelos grupos 1 e 2, é porque esses problemas já foram avaliados. As situações-problema propostas pelo grupo 1 passaram pela avaliação de uma dupla de avaliadores do periódico Ciência e Natura para sua posterior publicação e do G2, foi avaliado e aceito para apresentação no 39° Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, ocorrido na cidade de Lajeado- RS, no ano de 2019, na modalidade apresentação oral de propostas didáticas.

4.4.1.2 Soluções para os Problemas Temáticos

Grupo 1 (G1)

O PrT1 elaborado pelo grupo 1, solicita uma pesquisa que inclui as etapas de extração de ferro, além dos aspectos negativos causados pelo rompimento da barragem para a população local e dos arredores. A resolução do PrT 1a pode ser observada na Figura 18.

Figura 18: Etapas da extração de minérios



Fonte: Retirado do plano de aula do G1.

Se considerarmos a mineração como o ato de extrair substâncias do solo ou de rochas, além dos conceitos apontados pelo G1, outros podem, dependendo do objetivo do professor, permear os estudos desse Problema Temático: o histórico de mineração no mundo e no Brasil, que remonta ao século XVI, após a colonização portuguesa; as principais áreas de extração de minério de ferro no país, a característica do solo e vegetação dessas regiões; sua influência econômica para o Brasil; as principais mineradoras brasileiras e seus percentuais de produção; o consumo do minério de ferro para as diversas áreas da sociedade; a comercialização desse minério pelo Brasil e a formação do minério de ferro e sua produção, abrangendo, dessa forma, disciplinas de diferentes áreas de estudo.

O ferro é um metal localizado no grupo 8 da tabela periódica, possui número atômico: 26; massa atômica de 55,85 g mol^{-1}; ponto de fusão: 1535° C e ponto de ebulição: 3000° C. Normalmente é encontrado na forma de pirita (FeS), hematita (Fe_2O_3), magnetita (Fe_2O_4), limonita ($2Fe_2O_3.3H_2O$) e siderita ($FeCO_3$). Sua formação ocorre por meio da interação de seus minérios com monóxido de carbono, produzido pela combustão do carvão (BROWN, et al., 2005).

Em um forno com temperatura aproximada de 2000°C, são colocados os minérios de ferro juntamente com carvão e carbonato de cálcio (calcário- $CaCO_3$).

Desse processo, ocorre a combustão do carvão produzindo energia térmica, que por sua vez, produzirá monóxido de carbono (CO), que reagirá com o minério:

$$Fe_2O_3 + CO_3 \rightarrow 2\ Fe + 3\ CO_2$$

De acordo com Brown et. al (2005), o calcário ($CaCO_3$) é adicionado com o propósito de eliminar impurezas que podem estar presentes no minério de ferro. Com a alta temperatura o calcário se decompõe em óxido de cálcio e gás carbônico, como pode ser observado a seguir:

$$CaCO_3 \rightarrow Ca + CO_2$$

Dessa reação é formada a escória, que é quando o óxido de cálcio reage com as impurezas, como pode ser visualizado a seguir:

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$$

O processo completo pode ser representado pela seguinte reação:

$$2FeO_3 + 6C + 3O_2 \rightarrow 4Fe_2 + 6CO_2$$

Embora o processo de eliminação de impurezas, mostrado anteriormente, reduza de forma significativa os contaminantes, ainda são necessários procedimentos de purificação, o que torna o ferro um material de baixa dureza. Dessa forma, são produzidas ligas metálicas a partir do aço, que variam suas características dependendo do material que se pretende produzir (Brown, et. al, 2005).

Ainda nesse processo é viável considerar a corrosão do ferro, que em termos químicos, nomeia-se oxidação. Esse fenômeno ocorre pela interação do metal com gás oxigênio em meio úmido, podendo ser representado pelas reações a seguir:

$$Fe \rightarrow Fe_2+ + 2\,e^- \text{ (oxidação do ferro)}$$

$$O_2 + 2H_2O + 4\ e^- \rightarrow 4OH^- \text{ (redução do oxigênio)}$$

$$2\ Fe + O_2 + 2H_2O \rightarrow 2Fe\ (OH)_2 \text{ (equação da formação da ferrugem)}$$

Nesse processo ocorre a transferência de elétrons do Fe^{2+} para o oxigênio, que sofre redução. O hidróxido de ferro 2 -$Fe\ (OH)_2$- oxida-se a hidróxido de ferro 3, $Fe(OH)_3$. Como esse processo acontece em meio úmido a ferrugem é representada pela seguinte fórmula: $Fe_2O_3.3H_2O$ (RUSSEL, 1994). O ferro também desempenha importante papel no organismo humano, sendo responsável pelo transporte de oxigênio para as células. Está presente nas hemácias que são formadas por hemoglobina, sendo essa a proteína que contém ferro. Alterações de ferro no

organismo humano, causam anemia falciforme, que pode ser hereditária (BROWN, et. al., 2005).

O excesso de ferro no organismo, resulta na intoxicação de tecidos, uma vez que a sua absorção é alterada. Nesse sentido, um dos meios para a ocorrência excessiva de ferro no corpo se dá pela ingestão de dietas ricas em ferro. No contexto apresentado, a poluição causada pelo rompimento da barragem de rejeitos pode contaminar animais aquáticos, que posteriormente serão consumidos. Além disso, o impacto dessa temática implica em outras circunstâncias negativas decorrentes do rompimento da barragem de rejeitos, como é verificado pelo G1 na resolução do PrT 1b:

> O soterramento de pessoas, animais, vegetação e microrganismos; Sucessão ecológica, a lama sendo rica em minério de ferro ao secar, deixa o local pavimentado e o solo pobre em matéria orgânica, dificultando o processo de sucessão ecológica; No Rio Paraopeba haverá o assoreamento (acúmulo de sedimentos na água) aumentando a turbidez, asfixiando e impedindo espécies de sobreviverem, e por consequência de muitas mortes, aumenta o processo de decomposição diminuindo a disponibilidade de oxigênio na água para que outras espécies utilizem. A luz solar não penetra na água impedindo que organismos que realizam a fotossíntese mantenham-se vivos; Destruição de cadeias alimentares; Aumento de doenças relacionadas à mosquitos: malária, leishmaniose, febre amarela; Bioacumulação: acúmulo de metais pesados na cadeia alimentar; Doenças como câncer a médio e longo prazo (G1).

A pesquisa abrangente que envolve o PrT1, pode sinalizar para um entendimento geral da temática por parte dos estudantes, já que envolve uma série de conceitos químicos, físicos, biológicos e tecnológicos que podem ser trabalhados em aula. Entre esses conceitos, tabela periódica, misturas e separações, foram citados como conteúdos que deveriam ser abordados ou pré-requisitos conceituais pelo G1.

Com relação a abrangência das pesquisas relativas ao PrT1, Polya (1995, p. 12) sinaliza a relevância do estudante adquirir experiências por meio do trabalho com problemas de forma independente. O autor evidencia o papel do professor nesse processo, sendo sua incumbência auxiliar “de tal modo que ao estudante caiba uma parcela razoável do trabalho”, ou seja, a ajuda demasiada ou insuficiente pode contribuir para que o educando não experimente qualquer progresso.

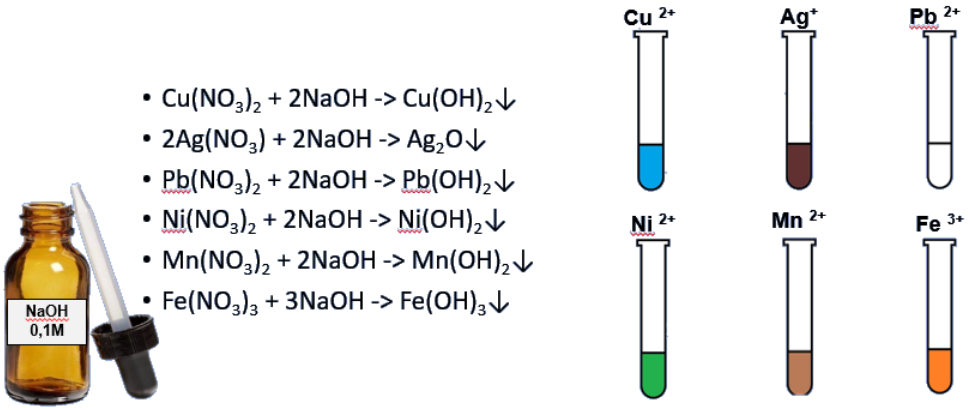
O Prt 2, por sua vez, adentra de maneira mais aprofundada nos conceitos de tabela periódica e soluções, ao questionar quais são os metais pesados da tabela periódica, por que possuem essa denominação e a determinação dos metais

presentes na amostra disponibilizada pelo professor. Além disso, é necessário refletir sobre métodos que pudessem ser aplicados ao Rio Paraopeba. As resoluções traçadas a esse problema enfatizam o conceito de metais pesados, como pode ser examinado no excerto a seguir:

> Metal pesado na classificação química é: qualquer metal cujo raio atômico esteja situado entre 63,546 Å e 200,590 Å, cuja densidade seja superior a 4,0 g/cm³ e que possua uma elevada massa atômica e um elevado número atômico. Já no conceito biológico são metais pesados todos aqueles que tendem ao processo bioacumulação, ou seja, que não são metabolizados pelos organismos vivos e que tendem a se acumular, causando doenças. Os principais metais pesados da tabela são Chumbo (Pb); Mercúrio (Hg); Cromo (Cr); Níquel (Ni); Platina (Pt), Prata (Ag); Cobalto (Co); Cobre (Cu); Ferro (Fe); Manganês (Mn); Zinco (Zn); Estanho (Sn); Cádmio (Cd) e Arsênio (As) (G1).

No que tange a determinação do metal presente na amostra disponibilizada, o solvente seria o hidróxido de sódio que em contato com diferentes metais, apresenta determinada coloração. A Figura 19, exibe a resolução.

Figura 19: Determinação dos metais presentes na amostra disponibilizada pelo professor



Fonte: Resolução elaborado pelo G1 ao PrT2a (Adaptado de Materiais de aula: LAEQUI. Disponível em: http://w3.ufsm.br/laequi/?cat=32)

Na resolução do PrT 2b, observa-se a distinção de metais por intermédio de reações entre íons em solução, que ocorrem em meio aquoso com espécies químicas dissociadas, que podem ser representadas por equações iônicas, como por exemplo na solução de hidróxido de sódio: $Na^{+}(aq)$ e $OH^{-}(aq)$. Já na solução de Nitrato de cobre, encontram-se os íons $Cu^{+}(aq)$ e $NO_3^{-}(aq)$. Ao misturar ambas as soluções, os

íons de cobre (Cu^{+}) reagirão com os íons $OH^{-}(aq)$, formando o precipitado $Cu(OH)_2\downarrow$ de coloração azul (BROWN et. al., 2005).

Como métodos que podem ser aplicados ao Rio Paraopeba, o G1 apresenta as seguintes perspectivas:

> Um método para a separação desses metais no Rio Paraopeba, pode ser por meio da utilização da casca de banana que possui um potencial biossorvente natural de remoção de metais pesados através de um processo de adsorção. A vantagem desse método é que além de ser mais barato, é uma fonte renovável. Esse método se torna possível visto que a casca da banana possui íons negativos que irão absorver o metal que possui carga positiva, formando uma ligação. O processo consiste em secar a casca da banana, logo após pegar o pó da mesma, adicionar em um béquer sobre agitação, onde já contém a água contaminada com metais pesados.
> Outro método seria a utilização de nanofolhas de óxido de alumínio para a remoção de metais pesados, visto que as nanofolhas são porosas e adequadas para filtrar esses íons e por ser porosa, a água passa muito rapidamente e os metais pesados têm afinidade com o óxido de alumínio (G1).

Já no PrT 3a é questionado quais métodos poderiam ter sido aplicados para evitar que a lama atingisse a extensão de 90 Km do Rio Paraopeba apenas dois dias após o desastre e quais procedimentos deveriam ser adotados para evitar que a lama já concentrada no referido rio, continuasse avançando e atingisse outros rios (PrT 3b). As soluções para essas questões, segundo o grupo 1, consiste na utilização do processo de deslamação que se baseia em filtrar e prensar o rejeito, deixando-o mais sólido (PrT 3a) e, com relação ao PrT 3b, no desassoreamento do rio, por meio da retirada dos rejeitos com o uso de máquinas ou o plantio de mata ciliar nas margens do rio, visando uma rápida sucessão ecológica que poderia desempenhar o papel de um filtro, impedindo que a lama avançasse em períodos chuvosos.

Quanto ao currículo do Ensino Básico, verificou-se que os conceitos que abrangem a resolução das questões propostas pelo G1, encontram-se presentes, no 1° e 2° Ano, ao tratar dos conteúdos de misturas e suas formas de separações e soluções e solubilidades, respectivamente (SANTOS; MÓL, 2016; MORTIMER; MACHADO, 2017).

Grupo 2 (G2)

O conteúdo sorteado pelo G2 foi Estequiometria. Os acadêmicos, integrantes desse grupo, optaram por desenvolvê-lo por meio da temática Saúde Bucal. O PrT 4,

primeiro problema elaborado por este grupo, apresenta uma breve perspectiva histórica relativa a criação do creme dental e questiona a utilização do flúor nos cremes dentais, seus possíveis efeitos colaterais (PrT 4a) e a porcentagem de flúor presente na pasta de dente usada por seus futuros estudantes (PrT 4b). As resoluções apresentadas às situações propostas podem ser visualizadas no Quadro 21:

Quadro 21: Resoluções apresentadas para o PrT 4 (a; b) pelo G2.

PrT 4a- O flúor presente nos cremes dentais tem como objetivo fortalecer o esmalte dentário para que não ocorra o processo de desmineralização. A adição de flúor no processo de produção dos cremes dentais é feita pela utilização de compostos como monofluorfosfato de sódio (Na_2PO_3F) ou como popularmente é conhecido MFP, sendo que ele ajuda a proteger os dentes contra as cáries, pois o íon fluoreto interfere no equilíbrio, mineralização/desmineralização que envolve o esmalte dos dentes.

Equação do processo:

$$5Ca^{2+}(aq) + 3PO_4^{3-}(aq) + F^{-}(aq) \leftrightharpoons Ca_5(PO_4)_3F(s)$$

Sim, existe e é a fluorose dentária que causa a má formação do esmalte dental que se manifesta com mudanças visíveis de opacidade do esmalte devido a alterações no processo de mineralização. Nos casos mais leves, a fluorose se apresenta na forma de manchas mais brancas ou linhas opacas brancas finas sem brilho no esmalte do dente. Nos casos mais avançados, é uma coloração acastanhada ou amarela e o esmalte fica bem poroso e sem resistência tornando-se mais frágil.

PrT 4b- Não se tem uma massa específica, por que cada creme dental tem uma porcentagem de flúor.
Pastas utilizadas: **Colgate Total ® 12** (com 70g) **Oral B ®** (com 90g)
Na pasta de dente **Colgate Total ® 12** temos 10,15% de flúor, este valor foi obtido pelo seguinte cálculo:

1450 µg _____ 1g 101500µg _____ 1×10^{-6} g
x µg _____ 70g 1µg _____ y g
x= 101500 µg de Flúor y= 0,1015g de Flúor
0,1015 g x 100%= **10,15% de Flúor**

Na pasta de dente **Oral B ®** temos 9,9% de flúor, este valor foi obtido pelo seguinte cálculo:

1100 µg _____ 1g 99000 µg _____ 1×10^{-6} g
x µg _____ 90g x µg _____ y g
x= 99000 µg de Flúor y= 0,099g de Flúor
0,099 g x 100%= **9,9% de Flúor**

Fonte: Grupo 2

O flúor, elemento químico de símbolo F, possui número atômico 9, massa atômica 19 u e na tabela periódica, encontra-se situado no grupo dos halogênios. É um elemento natural, encontrado na crosta terrestre, principalmente nos minerais fluorita (CaF_2) e fluorapatita ($Ca_5(PO_4)_3F$). Sua utilização em cremes dentais remonta

do ano de 1850 pelo dentista americano Washington Wentworth Sheffield (TREVISAN, 2012).

O íon fluoreto (F^-) auxilia no controle da cárie dentária na medida que, reage com íons cálcio (Ca^{2+}) e fosfato (PO_4^{3-}), formando o composto denominado fluoropatita ($Ca_5(PO_4)_3F$). Esse mineral se agrega ao esmalte do dente, modificando-o e conferindo-lhe maior resistência contra a ação de ácidos gerados pelas bactérias causadoras da cárie (TREVISAN, 2012; STORGATTO; BRAIBANTE, 2019). A ingestão excessiva de flúor causa a fluorose dentária que se manifesta por manchas na superfície dos dentes. O tratamento para essa condição é o desgaste do esmalte do dente ou o clareamento, em casos de manchas com pigmentação mais escuras.

O PrT 5, envolve a ocorrência dos processos de desmineralização e remineralização dos dentes (PrT 5a), o deslocamento do equilíbrio, ocasionando a erosão dentária (PrT 5b) e a questão da alimentação na degradação do esmalte dentário (PrT 5c). As resoluções projetadas pelos acadêmicos, integrantes do G2, apontam o processo de equilíbrio químico responsável pela desmineralização e mineralização dos dentes, como descrito na equação a seguir.

$$Ca_5(PO_4)_3OH_{(s)} + 4H^+_{(aq)} \rightleftharpoons 5Ca^{2+}_{(aq)} + 3HPO^{2-}_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$$

O grupo também discute que as mudanças ocorridas no pH, decorrentes de acidificação do meio por bactérias, deixam os íons H^+ livres na saliva, que por sua vez, se combinam com os íons hidróxido da hidroxiapatita, formando água e desmineralizando os dentes. Ao adicionar fluoreto ao meio, o equilíbrio é deslocado em sentido inverso, pois a ligação entre o fluoreto e os íons da hidroxiapatita é mais intensa do que com o hidróxido, promovendo a remineralização dos dentes.

No que tange a solução do PrT 5b, o G2 apresenta a seguinte explicação:

> Na nossa boca estão presentes diversos tipos de bactérias participantes da flora bucal, quando consumimos os alimentos que contém altos teores de carboidratos fermentáveis ou açúcares, essas bactérias decompõem o açúcar, produzindo o ácido lático, desta forma acidificando o meio e deslocando o equilíbrio para o lado dos reagentes, onde a hidroxiapatita é dissolvida, promovendo a erosão do esmalte dentário, produzindo perfurações que podem se agravar e formar cáries (G2).

A resolução descrita anteriormente, está diretamente relacionada ao PrT 5c, ao sugerir que alimentos ácidos, tais como, refrigerantes, limão, laranja, abacaxi, tomate,

entre outros, favorecem o equilíbrio para os produtos, ocasionando a erosão dos dentes.

o terceiro problema elaborado pelo G2 (PrT 6), solicita a demonstração do processo de erosão dentária por meio de atividades práticas. Além disso, requer a entrega de relatório contendo as etapas de desenvolvimento do estudo. A atividade descrita pelo G2 é uma das diversas práticas que podem ser desenvolvidas para evidenciar a degradação dos dentes e será apresentada no Quadro 22.

Quadro 22: Resolução do PrT 6

(continua)

Como se tem vários experimentos que demonstram a degradação dos dentes, vamos detalhar o experimento do “ovo no vinagre com e sem pasta de dente”, mas existe outros como o “giz no vinagre”, o “osso na Coca-Cola” entre outros.
Para este experimento são necessários os seguintes materiais:

- 2 ovos;
- 1 vinagre de álcool;
- 2 copos;
- Luvas;
- Avental.

Procedimento: Colocar um ovo em cada copo e preencher com vinagre até cobrir o ovo, em um dos copos acrescentar creme dental.

Objetivo: Observar a reação que ocorre durante dois dias, pois somente depois desse período é possível notar diferença que acontece em cada ovo.

Resultados e discussões: Usamos o vinagre por que é uma solução de água mais o ácido acético. A casca do ovo é composta por um sal chamado de Carbonato de Cálcio. Observando o experimento, percebe que o ovo apenas no vinagre fica sem casca e o vinagre é responsável por esse processo. Já o ovo que contém, vinagre e juntamente creme dental não ocorre essa reação.
Quando se coloca o ovo no vinagre, sua casca, que é formada por carbonato de cálcio, reage com o ácido acético, formando bolhas gasosas.
A reação química pode ser representada pela seguinte equação:

$$CaCO_3(s) + 2\ CH_3COOH(aq) \rightarrow Ca(CH_3COO)_2(aq) + H_2CO_3(aq)$$

O responsável pelas bolhas gasosas é o gás carbônico. O ácido carbônico (H_2CO_3) por ser instável não fica nessa forma, ele se quebra formando gás carbônico e água. Veja a reação:

$$CaCO_3(s) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g)\uparrow$$

Após ocorrer esse processo temos a reação global:

$$2\ CH_3COOH + CACO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + CA(CH_3COO)_2$$

Quadro 22: Resolução do PrT 6

(conclusão)

O cálcio presente no $CACO_3$ que estava sólido acaba por reagir e “some”, já o acetato de cálcio se dissolve na solução fazendo com que a mesma fique de outra cor, com alguns resíduos decorrentes da própria reação. **Osmose presente nessa reação** Após a dissolução da casca do ovo, o que sobra é uma membrana semipermeável muito fina, que só permite a passagem de solvente (água) e não de soluto. A parte interna do ovo é um meio hipotônico em relação a parte externa à membrana que é um meio hipertônico, ou seja, existe menos água dentro do ovo do que fora. Para formar um equilíbrio, a água em excesso presente no meio, passa pela membrana, este processo é chamado de osmose. Isso explica porque o ovo aumenta de tamanho ao fim do experimento, resultante de um acúmulo de água em seu interior.

Fonte: G2 (Adaptado de Materiais de aula: LAEQUI. Disponível em: http://w3.ufsm.br/laequi/?cat=32)

Sobre as transformações conceituais propostas por Shulman (1987), observa-se que as descrições apontadas pelos grupos 1 e 2 comportam exemplos, demonstrações de fórmulas químicas e seus cálculos, além de atividades experimentais, o que pode ser considerado uma forma de transformação do conteúdo científico para o entendimento dos estudantes. Para Shulman (1987), a competência pedagógica do professor está diretamente relacionada com os conteúdos específicos que devem ser transformados, considerando para tanto, os diversos fatores atrelados a aprendizagem do estudante, o contexto, o tema, as estratégias didáticas, os modelos avaliativos, o currículo escolar e os objetivos de aprendizagem. Corroborando com o exposto, Pozo (1998) argumenta que a eficiência ou não da solução de problemas envolvem estratégias de apoio relacionadas aos conhecimentos conceituais específicos, sem os quais nenhuma solução adequada poderá ser obtida.

Quanto aos Objetivos

De forma geral, os objetivos destacados pelos grupos de acadêmicos se fundamentam na relação entre a exposição do conteúdo sorteado e a temática selecionada. No entanto, verifica-se que apenas os grupos 1 e 2 conseguiram alcançar essa finalidade priorizando de forma igualitária o conteúdo e a temática, ou seja, utilizando a temática selecionada para introduzir os conceitos sorteados, correlacionando-os. Esse aspecto corrobora com o entendimento de Santos e Mortimer (2002), a respeito da visão ampliada da abordagem científica que permite

transcender a significação conceitual e superar a tendência atual de disfarçar um ensino puramente conceitual a partir da eleição de temáticas.

Como exemplo da discussão sobre a perspectiva ampliada de ensino proposta por Santos e Mortimer (2002), apresentamos as finalidades de ensino e aprendizagem indicados pelo G1, no qual é mencionado como objetivo geral o fortalecimento do processo de aprendizagem, por meio da utilização da temática “Mineração de Barragens” como auxiliar do ensino de soluções e solubilidade (G1). Os objetivos específicos englobam a verificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto de mineração de barragens, a promoção de uma base teórica sobre barragens de rejeitos, o desenvolvimento do conteúdo sorteado que deverá ser fundamentado com base na pesquisa do PrT1 associada a exercícios, o desenvolvimento de habilidades investigativas por meio dos Problemas Temáticos e a projeção de uma sala temática, constituída com maquetes, fotos, cartazes produzidas pelos futuros estudantes, para demonstração e explicação para a comunidade escolar (G1).

Os objetivos apresentados, parecem encontrar respaldo na Base Nacional Comum Curricular no que se refere a terceira competência específica para o Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza que menciona:

> 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) (BRASIL, 2018, p. 558).

Embora as finalidades consideradas pelo grupo 1, não contemplem o uso de tecnologias digitais para a divulgação das resoluções às pesquisas realizadas, considera-se importante a comunicação dos resultados obtidos na comunidade escolar, uma vez que essa estratégia pode influenciar no debate e reflexão em torno de temas com relevância social e ambiental, promovendo assim, a prática para o exercício da cidadania. Sobre a relevância da solução de problemas para a cidadania, Lopes (1994, p. 40), ressalta o duplo papel da problematização, que por um lado, “permite desenvolver a capacidade de o indivíduo se situar no mundo que o rodeia e, por outro, o de mobilizar o próprio conhecimento das diferentes disciplinas [...] para situações novas que se lhe deparem”.

Os demais Grupos (3, 4, 5, 6), embora apresentem como objetivo a relação entre conceitos e temáticas priorizam, no decorrer das atividades descritas no planejamento de aula, o desenvolvimento conceitual sem retratar seu vínculo com a temática, comprovando a tese de Auler (2002) sobre a perspectiva reducionista do ensino, utilizando a temática como um incremento do Ensino de Ciências/ Química. Nesse contexto, destaca-se o plano de aula elaborado pelo G6, que estabeleceu como tema a alimentação e como temática a perspectiva do metabolismo corporal por meio da ingestão alimentar, para ser desenvolvido com estudantes do 3° Ano do Ensino Médio. Esse grupo não desenvolveu no seu planejamento de aula como se estabeleceria a correlação entre conceitos e temáticas, apenas menciona conteúdos em forma de tópicos, posteriormente indicando as situações problemas e suas possíveis resoluções. Essa correlação e transformação dos conhecimentos para o ensino é o que diferencia os saberes docentes dos conhecimentos de especialistas segundo Shulman (1987) e Marcon (2011).

Um dos objetivos almejados pelo G6 trata de “compreender a geração de energia através de reações metabólicas de oxidação (catabolismo) que ocorrem no organismo humano e a relação do gasto calórico com o aumento do peso corporal” (G6). No entanto, não exemplifica fatores como as funções dos alimentos no organismo humano, a classificação, importância e quantificação dos macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídeos) e micronutrientes (vitaminas e minerais) que devem ser ingeridos para manutenção do peso corpóreo, a relevância de uma alimentação balanceada, a composição química dos alimentos, o processo de digestão alimentar e sua relação com as reações de oxido-redução, entre outros, como indica Pazinato (2012) ao tratar da temática alimentos.

A partir das finalidades de propostas para a inclusão das temáticas em sala de aula, torna-se relevante analisar os aspectos pedagógicos apontados pelos acadêmicos para viabilizar as propostas de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, passa-se a categorização “Conhecimento pedagógico geral” sugerido por Marcon (2011) como um dos aspectos integrantes do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

4.4.2 Conhecimento Pedagógico Geral

No caso das intervenções realizadas nessa pesquisa que se remeteu a elaboração de planejamentos de aula pelos acadêmicos, não havendo a implementação em sala de aula, o que exclui as possibilidades de conhecimento do contexto escolar, dos estudantes e os aspectos referentes a reflexão durante e após a prática pedagógica, adaptou-se o modelo apresentado na Figura 16 (MRPA), conforme as condições de desenvolvimento dessa pesquisa. Nesse sentido, optamos por analisar os planos de aulas, no que se refere ao Conhecimento Pedagógico Geral, segundo os tópicos exibidos na Figura 20.

Figura 20: Tópicos de análise do Conhecimento Pedagógico Geral adaptado.

Fonte: Adaptado de Fernandes (2011).

No intuito de facilitar a visualização das atividades mencionadas pelos acadêmicos no planejamento de suas aulas, o Quadro 23, apresenta as ações que seriam desenvolvidas nesse sentido.

Quadro 23: Métodos descritos para a iminente realização das práticas pedagógicas

Métodos descritos para a iminente realização das práticas pedagógicas					
Grupo	**Ano/série**	**Temática**	**Contextualização**	**Estratégias de ensino**	**Recursos didáticas**
G1	2° ANO (EM)	Mineração de Barragens	-Levantamento de ideias prévias relacionadas ao tema; -Questões problematizadoras para discussão em sala de aula.	-Problemas Temáticos; -Experimentação; -Jogos didáticos.	-Vídeos; -Livros didáticos; -Lousa/quadro; -Laboratório de Química; -Power point; -Lista de exercícios; -Laboratório de informática;
G2	2° Ano (EM)	Saúde Bucal	-Levantamento de ideias prévias; -Questões problematizadoras;	-Problemas Temáticos; -Histórico da temática; -Experimentação;	-Nuvem de palavras; -Vídeos; -Lousa/quadro; -Lista de exercícios; -Livros didáticos; -Laboratório de informática; -Power point;
G3	2° Ano (EM)	Poluição dos rios com agrotóxicos.	-Questões problematizadoras;	-Problemas Temáticos; -Experimentação;	-Lousa/quadro;
G4	1° Ano (EM)	Fauna e flora global	-Questões problematizadoras;	-Problemas Temáticos; -Experimentação;	-Imagens de plantações; -Lousa/quadro; -Livros didáticos; -Laboratório de informática; -Lista de exercícios;
G5	2° Ano (EM)	A Química presente nas Séries de TV	- Aula expositiva;	-Problemas Temáticos;	-Lousa/quadro; -Laboratório de informática;
G6	3° Ano (EM)	Metabolismo corporal	-Questões problematizadoras para discussão em sala de aula; -Aula expositiva; -Exposição das resoluções pelos estudantes em plenária;	-Problemas Temáticos;	-Livro didático; -Acesso a internet;

Fonte: autor

A contextualização, de forma abrangente, se remete ao ato de vincular os conhecimentos desde a sua origem até sua aplicação. No ensino, a contextualização é amplamente amparada pelos mais diversos documentos que regem a educação, sendo estruturado juntamente com a interdisciplinaridade. No Ensino de Química, Marcondes (2008, p. 3), sugere que a contextualização está diretamente associada a questão de cidadania, uma vez que, “os conteúdos a serem tratados em sala de aula devem ter uma significação humana e social, de maneira a interessar e provocar o aluno e permitir uma leitura mais crítica do mundo físico e social”.

A análise do Quadro 23, sobre os métodos descritos a respeito de uma possível intervenção escolar pelos acadêmicos, aponta que a contextualização do conhecimento seria realizada primeiramente, pelo levantamento de ideias prévias a respeito das temáticas (G1 e G2), seguida de questões problematizadoras (G1, G2, G3, G4, G6) e aula expositiva (G5). Concomitante a essas atividades, seriam utilizados vídeos (G1 e G2), nuvens de palavras (G2), lista de exercícios (G2) e algumas imagens (G4). Essas ações perfazem o primeiro momento das intervenções projetas pelos acadêmicos para a realização em ambiente escolar.

Para Cortez; Darroz (2017) e González (2004), a contextualização engloba dimensões que podem ser históricas, metodológicas e socioambientais: A perspectiva histórica remete ao surgimento das teorias científicas; a concepção metodológica se refere a relação dos conteúdos com outros eventos e áreas de estudo, perfazendo uma abordagem interdisciplinar e, a visão socioambiental está relacionada com a utilidade do conhecimento científico para o dia a dia das pessoas, considerando as implicações sociais, científicas e tecnológicas.

Dentre as dimensões citadas pelos autores, pode-se inferir que a maioria dos grupos contemplou, além da questão metodológica, os aspectos socioambientais, visto que, utilizaram estratégias e recursos didáticos para incitar a relevância de cada uma das temáticas apresentadas, demonstrando sua importância social, sem, no entanto, subestimar os conceitos relativos a cada assunto. O G1 e G2 recorrem a recursos audiovisuais para explicar a relevância dos assuntos e sua relação com a disciplina de química, bem como de outras áreas do conhecimento. Já o grupo 4, menciona a pretensão da utilização de imagens como meio de facilitar o entendimento da temática e sua relação conceitual.

O princípio das atividades descritas pelos grupos de acadêmicos, descrevem também o uso de questões problematizadoras como parte da contextualização do conhecimento, incitando a reflexão sobre os conceitos envolvidos nas temáticas e suas relações com aspectos sociais ou cotidianos. O termo problematização vem ganhando espaço nas pesquisas na área de ensino e encontra respaldo em duas diferentes propostas da educação científica, sendo uma delas representada por Delizoicov, Angotti e Pernanbuco (2007) e a outra, por investigadores como Cachapuz, et al. (2005).

A problematização na concepção de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) se fundamenta na educação Libertadora de Paulo Freire (1981; 1987; 2002), no qual se assenta no campo cultural, das vivências cotidianas dos estudantes e das suas relações com o mundo. Nesse contexto, assume vertentes relacionadas com a problematização do saber estudantil, que está pautada na motivação de posicionamentos e interpretações sobre uma determinada realidade e, a problematização referente ao conhecimento do professor, que trata da motivação para o aprendizado de conceitos científicos por seus estudantes, com vistas a resolução de situações cotidianas (SOUZA; MARTINS, 2011).

Um segundo panorama, representado por Cachapuz et. al (2005), associa a problematização ao modelo de aprendizagem voltado para a pesquisa, baseado na visão construtivista da educação. Em suas palavras a aproximação entre o construtivismo e a pesquisa educacional pode contribuir para a ressignificação do conhecimento científico:

> Tais investigações têm contribuído e continuam a contribuir para construir um corpo coerente de conhecimento, que apoia a necessidade de implicar os alunos na (re)construção do conhecimento científico, com o intuito de tornar possível uma aprendizagem significativa e duradoura esta é a razão pela qual falamos de construção do conhecimento e do construtivismo (CACHAPUZ et al. 2005, pg. 112).

A partir da explicação sobre ambas as propostas, pode-se inferir que a contextualização projetada pelos acadêmicos nesse primeiro momento do planejamento de aula, concerne a motivação e posicionamento crítico de seus futuros estudantes a respeito das temáticas selecionadas, contemplando a vertente de problematização indicada pelo grupo de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), como pode ser observado na seguinte descrição:

> A intenção dessa atividade será de motivar os estudantes para a importância da compreensão sobre os aspectos químicos sociais, além de verificar seus conhecimentos prévios ao que se refere a problemática (G1).

Contudo, salienta-se que uma vertente não impossibilita a outra de se adequar a mesma proposta de ensino. O exemplo disso é justamente a proposta dessa pesquisa de mestrado que inclui tanto a problematização para a motivação e reflexão crítica, a partir das temáticas, como para a pesquisa, por meio da resolução de problemas.

O G5 foi o único grupo que não indicou em seu planejamento de aula uma dessas estratégias, dando início a organização didática pelos próprios conceitos. Nesse contexto, Mortimer, Machado e Romanelli (2000), concordam que o currículo pode abordar de forma concomitante eixos conceituais e contextuais, sem que a escolha por um, implique na ausência do outro, concepção compartilhada por outros autores como Coronel; Curotto (2008); Figueira; Rocha (2012); Fernandes; Campos (2014) e Volpáto; Aguiar; Reis (2017), como indicado na pesquisa bibliográfica dessa dissertação. No caso desse grupo, a temática escolhida é a responsável pela sua própria contextualização, no entanto, isso implica saber se os estudantes já assistiram o seriado utilizado para contextualizar.

Ainda no que tange a contextualização do conhecimento e da problematização, é relevante enfatizar que alguns grupos não se detiveram em contextualizar ou problematizar os conhecimentos em único momento, mais ao longo de seus planejamentos. Outro ponto interessante, foi a intensão do G2 em coletar dados sobre uma possível aprendizagem de seus estudantes, por meio da nuvem de palavras, instrumento esse, usado para descrever metadados de conceitos-chave significativos para um grupo de pessoas.

Outro aspecto relevante foi destacado pelo G6, ao propor a exposição das resoluções dos estudantes aos Problemas Temáticos em plenária. Essa perspectiva é destacada por diversos pesquisadores (POLYA, 1995; PASSOS; SANTOS, 2010; SASSERON; CARVALHO, 2011; GUIMARÃES; MENDONÇA, 2015; SILVA; GOI, 2019b) ao mencionar que a argumentação se manifesta como uma habilidade cognitiva que permite a associação de saberes novos e anteriores, que podem ser expressos por meio da linguagem.

Quanto às estratégias de ensino, além dos Problemas Temáticos, outras foram adotadas, incluindo atividades experimentais (G1, G2, G3, G4), ensino por jogos (G1)

e a perspectiva histórica da evolução das escovas dentais pelo grupo 2. Essas atividades podem ser entendidas no MRPA, proposto por Shulman (1987), como modos de representação do conteúdo, em que são utilizados métodos para facilitar a aprendizagem dos estudantes ao adaptá-los a formas diversas de ensino.

Nesse contexto, as atividades experimentais podem ser desenvolvidas com diferentes finalidades, sejam elas como demonstração, verificação ou investigação. As atividades experimentais demonstrativas, geralmente são realizadas pelo professor para ilustrar aspectos dos conteúdos abordados em aula, visando explicitá-los. O papel do estudante é o de observador dos fenômenos ocorridos.

Esse tipo de atividade foi utilizado pelo G1 para demonstrar o comportamento dos metais, em relação à solubilidade e coloração, quando colocados em contato com um mesmo reagente, neste caso o hidróxido de sódio (NaOH). A opção por esse tipo de atividade experimental, provavelmente, ocorreu para que os estudantes pudessem ter uma base teórica e experimental a fim de solucionar o PrT2, que propunha em uma de suas alternativas determinar o metal presente na amostra de água disponibilizada pelo professor, sugerindo métodos que poderiam ser aplicados ao Rio Paraopeba.

Atividades experimentais verificativas, aquelas que permitem a confirmação ou verificação de teorias, também foram empregadas no plano de aula do G1, mais especificamente, após a exposição das técnicas de titulação. Essa atividade foi usada como respaldo para a resolução do terceiro problema, que em uma de suas opções solicitava o seguinte:

> A partir do metal que você achou pela mudança de coloração e solubilidade, determine qual é a concentração do metal em g% presente na amostra analisada, usando o método de titulação para a parte prática (G1).

O grupo 2, por sua vez, solicitou uma atividade investigativa, aquela que permite ao estudante propor e identificar práticas de seu interesse a serem solucionadas, sem, no entanto, dispor de procedimentos ou roteiros que os permitam direcionar para uma solução automática, requerendo dos estudantes um processo de reflexão e tomada de decisões (GIL-PÉREZ, et. al., 2005), ao requerer a explicação do processo de erosão dos dentes, por meio de atividades práticas. O mesmo ocorreu com relação ao G3 e G4, ao solicitarem a proposição de uma atividade prática que representasse como poderia ocorrer a despoluição do Rio Jacuí (G3) e a demonstração experimental das variações de coloração das hortênsias (G4).

De acordo com Carvalho (2013), a etapa de resolução de situações-problema pelos estudantes é relevante por propiciar a oportunidade do levantamento de hipóteses por ações manipulativas, permitindo testar essas suposições e, a partir delas, construir conhecimento. A autora salienta o papel do erro nessas atividades, como importantes para a construção de saberes, à medida que é possível eliminar variáveis interferentes na solução das questões dessa natureza.

Os jogos também foram propostos para alavancar o processo de ensino e aprendizagem pelo G1. Conforme Brasil (1997, p. 49), esse tipo de atividade, quando associado à educação, pode proporcionar "conquista cognitiva, emocional, moral e social para a criança e um estímulo para o desenvolvimento de seu raciocínio lógico". Cavalcanti e Soares (2009), atribuem algumas características aos jogos, tais como o fortalecimento das expressões orais e corporais, determinação de atitudes, o desenvolvimento de ações coletivas, o rompimento de dificuldades ou resistência do estudante ao aprender e o estímulo da capacidade de interpretação.

A proposição do G1 foi um jogo de cruzar palavras que possui como finalidade o estímulo cognitivo, à medida que "propicia o raciocínio mais ágil e a atenção mais focada, o desenvolvimento de habilidades como o estímulo à memória" (GONÇALVES, 2016, p. 22). O grupo 1 projetou promover essa tarefa juntamente com uma lista de exercícios sobre cálculos de titulação, de forma a viabilizar a aprendizagem de forma recreativa.

O G2 pretendeu favorecer o processo de ensino e aprendizagem por meio da perspectiva histórica, que contou um pouco sobre a origem da escova e creme dental, além das tecnologias envolvidas nas etapas que se sucederam para o melhoramento desses utensílios, associados aos conhecimentos químicos inerentes a eles. Nesse sentido, Oliveira e Macedo (2016) salientam que o ensino por meio da perspectiva histórica é essencial para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, uma vez que, passa assumir a ligação que conecta a ciência e a sociedade, englobando discussões a respeito da atividade científica e do processo tecnológico.

Outro aspecto discutido no MRPA (SHULMAN, 1987; SALAZAR, 2005), trata-se da questão avaliativa. Para os autores, a avaliação deve ser constituída pelo exame minucioso da compreensão dos estudantes sobre os tópicos de ensino, utilizando-se, para tanto, de testes que possam estimar o entendimento do aluno, seguida da avaliação do próprio desempenho e possíveis ajustes pelo professor. Salientamos novamente, que como as propostas didáticas elaboradas pelos acadêmicos não foram

implementadas, a questão da autoavaliação própria pelo futuro docente, não será considerada.

Na perspectiva histórica da educação, a avaliação se constituiu como um mecanismo que remete à ideia de julgamento, pois, classifica, inclui ou exclui, por meio de pareceres positivos ou negativos, o avanço para uma determinada etapa escolar (DEMO, 2011). Atualmente, alguns autores (DEMO, 2011; LUCKESI, 2011; HOFFMAM, 1998) tratam da questão avaliativa como instrumento de transformação que oportuniza o aprendizado e o desenvolvimento dos estudantes.

Nesse contexto, o professor pode intervir mais diretamente nas etapas do processo de aprendizagem, ao acompanhar os estudantes em todos os estágios de maturação da sua aprendizagem, tendo em vista a relevância dos erros e dificuldades como meio de sinalizar os aspectos em que o educando precisa de mais atenção (PERRENOUD, 1999). Corroborando com o exposto, sugerimos no capítulo 2 dessa dissertação que as etapas do trabalho com Problemas Temáticos pelos professores, incluíssem a realização de avaliações integrativas ao longo de todo o processo de ensino e de aprendizagem, concedendo aos estudantes um *feedback* avaliativo em todas as etapas de desenvolvimento da proposta. É importante enfatizar, que as avaliações integrativas recomendadas nessa dissertação, não excluem os métodos de avaliação quantitativos, desde que sirvam para analisar o aprendizado dos estudantes e intervir sobre eles e, não apenas como forma de mensuração para a composição de notas.

A análise dos planejamentos de aula, nos permite verificar que todos os grupos, com exceção do G3 indicou, pelo menos um método de avaliação referente ao trabalho com Problemas Temáticos. Os procedimentos avaliativos apontados por cada grupo podem ser observados no Quadro 24.

Quadro 24:Procedimentos avaliativos apontados por cada grupo de graduandos

(continua)

Grupos	Procedimento avaliativo
G1	-Apresentação, participação e entrega da resolução dos dois primeiros problemas (PrT 1 e 2); -Apresentação em sala de aula, entrega da resolução do 3° problemas e apresentação para a comunidade escolar da sala de aula temática; -Teste de conhecimento composto pelos conteúdos e situações-problemas trabalhadas em aula.

Quadro 24: Procedimentos avaliativos apontados por cada grupo de graduandos.

(conclusão)

G2	-Participação nos grupos e nas aulas; -Apresentação em plenária; -Desenvolvimento de habilidades argumentativas; -Entrega da resolução do PrT4 e 5; -Atividade experimental e entrega de relatório referente ao PrT6.
G3	Não apresentou métodos avaliativos no plano de aula.
G4	-Desempenhos dos estudantes no desenvolvimento de atividades experimentais; -Solução da lista de exercícios; -Entrega da resolução do PrT 12.
G5	-Análise das respostas dos problemas Prt 12,14 e 15.
G6	-Todas as etapas do processo de construção das resoluções nos PrT 16, 17 e 18; -Síntese do processo de resolução, contendo as hipóteses levantadas pelos estudantes e a solução para do PrT 16; -Construção de uma tabela referentes a geração de energia no organismo conforme trabalhado no PrT 17, bem como a sua resolução; -Entrega de relatório relativo ao PrT 18.

Fonte: autor

De acordo com o Quadro 24, pode-se constatar que todos os grupos projetaram avaliações que consideram os métodos quantitativos e/ ou qualitativos para verificar os conhecimentos dos estudantes em diferentes momentos da iminente implementação da proposta didática. O G1 foi o único grupo a indicar a avaliação por meio de testes de conhecimentos como sugerem Shulman (1987) e Salazar (2005).

Os demais grupos optaram por avaliações que contemplem habilidades argumentativas, por meio da apresentação oral em seminários ou plenária, em atividades experimentais ou na entrega das situações-problemas e outros materiais. Também expuseram como forma avaliativa a participação nos grupos e nas aulas e entrega de relatórios.

Freitas (2004), define alguns aspectos essenciais para a avaliação. Um deles trata da verificação do domínio de conteúdos e habilidades que podem ser obtidas por meio de provas ou exames. No entanto, sabe-se que uma avaliação formativa, não pode ser sustentada apenas por testes e provas, que por sua recorrência passa ter um caráter diagnóstico cotidiano, aplicado a maioria das atividades solicitadas. Uma outra vertente apresentada por Freitas (2004), é relativa a avaliação como forma de

apreciar as atitudes e valores em situações cotidianas de sala de aula, como a participação em aula e em grupos, aspectos também indicados pelos licenciandos em seus planejamentos.

O único grupo que optou em avaliar apenas as respostas dadas sobre os problemas elaborados foi o G5. Enfatiza-se que a questão da avaliação atrelada a solução de problemas, tem como finalidade não a simples assimilação de conceitos, mas o desenvolvimento de competências e habilidades que propiciem a compreensão científica associada a estratégias de raciocínio que permitam a atuação ou reflexão crítica sobre os problemas sociais (CARVALHO, 2009).

Para Lopes (1994), a avaliação formativa deverá ser útil ao estudante, à medida que lhe fornece informação pertinente para seu autoaperfeiçoamento. Nesse contexto, o autor sugere alguns aspectos necessários de serem avaliados, entre eles: a concepção dos educandos sobre o assunto em questão, as atitudes dos estudantes na busca pela soluções das situações-problemas propostas e em relação à disciplina; a perseverança; a capacidade em formular suposições; o ritmo de trabalho; a explicitação de ideias e seus registros e os acertos ou erros de cálculos ou conceituais. A exposição das ideias de Lopes (1994) sobre os aspectos que devem ser avaliados, amplia a responsabilidade do professor, visto que trata de questões recorrentes em sala de aula. Dessa forma, sugeriu-se nessa pesquisa uma avaliação integrativa, compreendendo os diferentes momentos da solução de problemas. No entanto, para ser efetiva o professor deverá informar aos estudantes os aspectos relevantes sobre sua aprendizagem, evitando assim, a difusão de dificuldades que podem estar presentes em uma das etapas intermediárias do processo de ensino e aprendizagem.

CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o intuito de responder ao questionamento que guiou essa pesquisa: "**Como a elaboração de Problemas Temáticos pode contribuir na formação inicial de licenciandos em Química?"** primeiramente realizamos um levantamento bibliográfico com intuito de investigar como a Metodologia de Resolução de Problemas vinha sendo trabalhada na formação inicial docente em química, considerando para tanto, análises em periódicos nacionais e internacionais. O baixo índice de publicações relacionadas ao assunto examinado nos surpreendeu, uma vez que, os termos utilizados na pesquisa são constantemente referenciados nos documentos que regem a educação brasileira.

A partir dessa primeira etapa, procurou-se investigar a concepção dos acadêmicos, sujeitos dessa pesquisa, sobre a realização das Práticas Educativas nas disciplinas específicas do Curso de Química Licenciatura, já cursadas por eles, por meio de um questionário. Esse instrumento de coleta de dados, objetivou, além de compreender a concepção dos acadêmicos, verificar quais eram as expectativas dos licenciandos para a próxima PED, que ocorreria no primeiro semestre de 2019, na disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental, componente no qual foi aplicado esse trabalho.

Com base nas respostas dos acadêmicos ao questionário de concepções e expectativas sobre as práticas educativas, foram elaboradas atividades didáticas para implementação no 3° semestre do Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Santa Maria. Para o planejamento da proposta didática que seria desenvolvida com os acadêmicos, consideramos também alguns pressupostos encontrados na pesquisa bibliográfica, as disciplinas do currículo do curso de Química Licenciatura e os conceitos químicos desenvolvidos no Ensino Médio.

O planejamento e desenvolvimento da proposta didática realizada com os acadêmicos foi organizada em quatro momentos que contemplaram os seguintes itens: pressupostos teóricos da Metodologia de Resolução de Problemas e enfoques temáticos, a elaboração de problemas pelos graduandos, as quais denominamos de Ensaio Inicial, a formulação dos Problemas Temáticos e a produção de planos de aulas. A execução da proposta didática, ocorreu no primeiro semestre de 2019, nas horas aulas destinadas às práticas educativas, na disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental. A duração das atividades compreendeu os meses de

março a julho, com 31 horas de aplicação, entre os encontros presenciais e à distância, participaram dessa pesquisa 13 graduandos.

Durante a produção das situações-problema, os acadêmicos apresentaram dificuldades que se relacionaram com a contextualização dos conhecimentos por meio de assuntos temáticos, a elaboração dos problemas, que diversas vezes se assemelhavam a exercícios e, a sequenciação dos problemas, que muitas vezes não expressavam vínculo entre uma situação e outra. Entretanto, ao longo do desenvolvimento das intervenções e produção de materiais, alguns acadêmicos conseguiram superar essas dificuldades.

Averiguou-se também, que embora a contextualização no ensino seja uma das premissas da Educação Básica, pouco é trabalhada no Ensino Superior. O mesmo, ocorre com a utilização de diferentes metodologias de ensino, que normalmente não são aplicadas. Essa realidade pode ser observada em alguns planos de aula, quando os licenciandos não apontaram, além dos Problemas Temáticos, outras estratégias pedagógicas para a transposição didática a um iminente contexto escolar, aproximando-se do método tradicional.

No entanto, outros planejamentos didáticos, trazem indícios de um ensino contextualizado e problematizador, oferecendo métodos diferenciados de instrução, adequando-os aos possíveis contextos escolares e realidade de vivências diversificadas. Dessa forma, acreditamos na influência positiva da utilização dos Problemas Temáticos na Educação Superior, pois ao longo das intervenções podemos presenciar um amadurecimento de ideias, quanto a elaboração de materiais didáticos e uma maior preocupação com os aspectos relativos à função do professor para a formação da cidadania.

Esses indícios foram confirmados na comparação dos dados obtidos nos questionários iniciais e finais, que de forma geral, corrobora com a possibilidade dos acadêmicos se colocarem no papel de professor, já nos primeiros semestres de formação, na expansão dos conhecimentos científicos por meio das pesquisas realizadas, na potencialidade dos Problemas Temáticos contribuir para o vínculo entre conhecimentos específicos da disciplina de Química e os saberes pedagógicos necessários à formação docente. Também verificamos, uma melhor avaliação, por parte dos acadêmicos, relacionada às contribuições das atividades realizadas na prática educativa, ao trabalho com problemas e temáticas.

É importante destacar também, os desafios enfrentados ao longo desenvolvimento da dissertação, especialmente aqueles relacionados com a aceitação de uma proposta diferenciada de ensino. Percebeu-se, em muitos acadêmicos, no início das intervenções, uma certa resistência para o trabalho com temáticas e problemas, com a criação própria, com as pesquisas exigidas na produção das situações-problemas. Desafios estes, que foram superados com o tempo.

Para finalizar, conclui-se que de forma geral, a elaboração dos Problemas Temáticos, contribuiu para que os acadêmicos conhecessem outros métodos de ensino, se apropriassem das formas de transformar os conhecimentos conceituais para a Educação Básica, percebessem a relevância das atividades profissionais docentes na formação básica, bem como, a importância do desenvolvimento de atividades que privilegiem a adoção de conceitos científicos associados a demandas sociais.

A esse respeito, enfatizo o envolvimento de um dos grupos, que optaram em desenvolver as atividades realizadas nessa pesquisa com a Educação Básica, em uma escola pública do município de Santa Maria, através de intervenções do PIBID. As reflexões sobre a prática, as incertezas, dúvidas, a adaptação de situações, as constantes conversas e orientações nessa etapa de implementação real, nos permite acreditar na possibilidade de transformação da educação, especificamente, do Ensino de Química para a formação cidadã, crítica e carregada de significados para as futuras gerações.

Por fim, gostaria de elencar algumas contribuições da pesquisa para o meu crescimento pessoal e profissional. Por meio da aplicação pude, pela primeira vez, atuar como docente no Ensino Superior e também na Coorientação de Iniciação Científica desenvolvida juntamente com um dos grupos integrantes do PIBID, me proporcionando inúmeros conhecimentos científicos e educacionais, tais como:

- Proposição de Oficina Temática para o Ensino de Química: “Mantenha-me limpo- Surfactantes”, apresentado no 38° Encontro de Debates sobre o Ensino de Química- EDEQ (2018).
- “Aprendizagem Baseada em Problemas e suas derivações metodológicas: Um estudo bibliográfico”, apresentado e premiado no X Salão Internacional de Ensino Pesquisa e Extensão- SIEPE (2018).
- “Jogos Didáticos como metodologia no Ensino de Química”, apresentado no 39° Encontro de Debates sobre o Ensino de Química- EDEQ (2019).

- “Saúde Bucal: uma proposta para o ensino de estequiometria”, apresentado no 39° Encontro de Debates sobre o Ensino de Química- EDEQ (2019).
- Artigo: “Análise das publicações sobre metodologia de resolução de problemas e temáticas na formação inicial de professores de química”, submetido e aceito em setembro de 2019. Publicado em outubro de 2019, pelo periódico Research, Society and Development.
-Artigo: “Problemas Temáticos como estratégia didática na formação inicial docente”, submetido em novembro de 2019 ao periódico Ciência & Natura.

Para finalizar, espero que por meio do trabalho desenvolvido nessa dissertação, como contribuições para a área do ensino, os Problemas Temáticos possam ser utilizados por professores em formação inicial no decorrer das práticas educativas durante o curso e nos estágios curriculares, auxiliando-os no planejamento de intervenções contextualizadas e problematizadoras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, Á. V.; MANASSERO, M. A. M.; ROMERO, P. A. Persistencia de lãs actitudes y creencias CTS em la profesión docente. **Revista Enseñanza de las Ciencias.** V.1, n.1, p. 1 – 27, 2002.

ACEVEDO, J. A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. **Alambique**. v.3, 1995. Disponível em: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5.htm>. Acesso em 15 ago., 2019

_____. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Revista Borrador**, v.13, 1996. Disponível em: < http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm>. Acesso em: 26 ago., 2019

AIKENHEAD, G. S. The social contract of science: implications for teaching science In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. S. (Org.). **STS education-international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 11-20.

ALBINO, A. C. A; SILVA, A. F. BNCC e BNC da formação de professores: repensando a formação por competências. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 13, n. 25, p. 137-153, 2019.

ALEXANDRE, J.W.C; ANDRADE, D.F; VASCONCELOS, A.P; ARAUJO, A.M.S; BATISTA, M.J. Análise do número de categorias da escala de Likert aplicada à gestão pela qualidade total através da teoria da resposta ao item. In **Atas** do XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção (ENEGEP). Ouro Preto, MG, 2003.

ALVES, J. A. P.; MION, R. A.; CARVALHO, W. L. P. D. Implicações da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: subsídios para a formação de professores de Física. In **Atas** do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007.

ATKINS, P; JONES, L. **Princípios de Química**: Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5° Ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências nos acervos da coleção e coletânea do Repositório Institucional da Universidade Federal de Santa Catarina/ SC**. 2002. 258f. Tese de Doutorado (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002.

_____. Alfabetização Cientifico-Tecnológica para quê? **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122 – 134, 2001.

_____. Alfabetização Cientifico-Tecnológica: Um novo “Paradigma”? **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 68 – 83, 2003.

AZEVEDO, A. L. Lama da barragem em Brumadinho afetou área de quase 3 mil quilômetros quadrados. **O Globo**. 07 fev., 2019.

BERBEL, N. N.: A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface — Comunicação, Saúde, Educação,** v. 2, n. 2, 1998.

BERNARDO, J. R. D. R.; VIANNA, D. M.; FONTOURA, H. A. D. Construção de Práticas em Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente para a Formação Continuada do "Educador CTSA". In **Atas** do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Sociedade Brasileira de Física, Águas de Lindóia, SP, 2010.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa qualitativa: significados e a razão que a sustenta. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, ano 1, n. 1, p. 7-26, 2005.

BOGDAN, R.C e BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BOLZAN, T. D; FLORES, M. L. P. GOI, M. E. J. **Ensino da função quadrática através da Metodologia de Resolução de Problemas.** 2014. 31 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Exatas) – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, RS, 2014.

BORGES, P.B.P. **Formação continuada de professores: Uma revisão de literatura em trabalhos publicados de 2005 a 2015**. 46FL, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Exatas). Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, RS, 2016.

BORTOLETTO, A.; SUTIL, N.; CARVALHO, W. L. P. As contribuições da teoria Ação Comunicativa para refletir a Competência Ética Discursiva e a Formação Moral no Ensino de Ciências/Física. In **Atas** do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Sociedade Brasileira de Física, Águas de Lindóia, SP, 2010.

BRAIBANTE, M. E. F; PAZINATO, M. S. O Ensino de Química através de temáticas: Contribuições do LAEQUI para a área. **Revista Ciência e Natura,** v. 36, Ed. Especial II, 2014, p. 819-826, 2014.

BRAIBANTE, M. E. F; BRAIBANTE, H. T. S. **Temáticas para o Ensino de Química:** contribuições com atividades experimentais. Curitiba: Ed. CRV, 2019. 185 p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil:** texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016. 496 p. Disponível em: 141 <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf?sequence=1?concurso=CFS%202%202018>. Acesso em: 16 mar. 2019.

_____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Homologada pela Portaria n° 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2018, Seção 1, Pág. 146, 2018. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85

121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 23 jan. 2019.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Brasília, DF, 2000. 71 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/14_24.pdf>. Acesso em: 15. fev. 2019.

_____. Secretária de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ciências Naturais/ Secretária de Educação Fundamental, Brasília, DF 1998. 138 p. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em 20 fev. 2019.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 15 fev.2019.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio:** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. v. 2. Brasília, 2006. 135 p.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio:** Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. 141 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 20. fev. 2019.

_____. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Apresentação dos temas transversais**, **ética / Secretaria de Educação Fundamental.** Brasília, 1997. 146 p. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro081.pdf>.Acesso em 25 jan. 2019.

_____. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral, Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES nº 1.303/2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química.** Diário Oficial da União, 07 Dez 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>. Acesso em: mar 2019.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **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. Resolução Nº 2, de 1º de julho de 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17719-res-cne-cp-002-03072015&Itemid=30192>. Acesso em: 24 jul. 2017.

_____. Resolução CNE/CP 1/2002. **Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.** Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno. 2002. Disponível em http:// www.mec.gov.br. Acesso em: 08 de mar de 2019.

BRASIL. Ministério da Educação – **Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BROIETTI, F. C. D.; BARRETO, S. G. B**.** Formação inicial de professores de química: a utilização dos relatórios de observação de aulas como instrumentos de pesquisa. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 181-190, 2011.

BROWN, T. L; LEMAY, H. E; BURSTEN, B. E; BURDGE, J. R. Química: A ciência Central. 9° Ed. São Paulo: Pearson, 2005.

BRUNER, J. S. **Sobre o Conhecimento**: Ensaios de Mãos Esquerda. São Paulo. Phorte, 2008.

_____. **O processo da Educação**. 7. Ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1978.

_____. Uma Nova Teoria da Aprendizagem. 4° Ed. São Paulo: Bloch, 1969.

_____. Uma Nova Teoria da Aprendizagem. Brasileira, 1969. Ed. Rio de Janeiro: Block, 1966.

BUENO, F.S. **Minidicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Ed. FTD, 1996.

CACHAPUZ, A. F. Do Ensino das Ciências: seis ideias que aprendi. In: CARVALHO, A. M. P; CACHAPUZ, A. F; GIL-PÉREZ, D. (Orgs.) **O Ensino de Ciências como compromisso científico e social.** São Paulo, SP: Cortez, 2012. p. 11-32.

_____. Epistemologia e Ensino de Ciências no Pós- Mudança Conceptual: Análise de um percurso de pesquisa. In **Atas** do II Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Valinhos, 1999.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M.; PRAIA, J,; VILCHES. (Org.). **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CÁRDENAS, F. R; PADÍLHA, K. La indagación y la enseñanza de las ciências. **Educación Química**. v. 23, n. 4, p. 415 – 421, 2012.

CARDOSO, A. A; DEL PINO, M. A. B; DORNELES, C. L. Os saberes profissionais dos professores na perspectiva de Tardif e Gauhier: Conribuições para o campo de pesquisa sobre os saberes docentes no Brasil. In **Atas** IX ANPED Sul, Caxias do Sul, 2012.

CARLETTO, M. R.; PINHEIRO, N. A. M. Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências.** v. 15, n. 3, p. 507 – 525, 2010.

CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências por Investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

_____. **Ciências no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Spicione, 2009.

CAVALCANTI, E. L. D; SOARES, M. H. F. B. O uso do jogo de roles (roleplaying game) como estratégia de discussão e avaliação do conhecimento químico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v.8, n. 1 p. 255-282, 2009.

CISCATO; M. A. C; PEREIRA, F. L; CHEMELLO, E; PROTI, B. P. Componente Curricular: Química, 1° ed. São Paulo: Moderna, 2006.

CHAVES, T. M.V; MORSCHABACHER, M; TERRAZZAN, E. A. Formação pedagógica em cursos de licenciatura: um levantamento sobre as produções acadêmico-científicas do Brasil. **Revista Temas em Educação,** v. 23, n. 1, p. 117-128, jan.-jun. 2014.

CHI, M. T. H. Conceptual change within and across ontological categories: examples from learning and Discovery in Science. In: A. Giere (Ed). **Cognitive models of Science.** Minnesota studies in the philosophy of Science. Minneapolis: University of Minnesota Press, p. 129-186, 1992.

CHIBENI, S.S. **As Origens da Ciência Moderna**. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. Textos Didáticos. Disponível em: <http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/cienciaorigens.pdf>. Acesso em 20 mar. 2019.

COCHRAN, K. F; KING, R. A; DERUITER, J. A. Pedagogical content knowledge: a tentative model for teacher preparation. In **Atas** do Annual meting of the american education research association. Chigago, Estados Unidos, EUA, 1991.

CORTEZ, J; DARROZ, L. M. A Contextualização no Ensino de Ciências na Visão de Professores da Educação Básica. **Revista Thema**, v. 14, n. 3, p. 182-190, 2017.

CORONEL, D. V; CUROTTO, M. M. La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 7, n. 2, p. 463-479, 2008.

CÓRTEZ, A. L.G; DE LA GÁNDARA, M.G. La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: nuna experiencia didáctica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 25, n. 3, 2006.

CUNHA, M. V. John Dewey e o pensamento educacional brasileiro: A centralidade da noção de movimento. **Revista Brasileira de Educação**, S/v, n. 17, 2001.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar em Revista,** Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008.

D'AMORE, B. **Elementos de didática da matemática**. Tradução Maria Cristina Bonami. São Paulo: Editora e Livraria da Física, 2007. Tradução de Elementi di didática della matemática.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

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

_____. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2007.

DEMO, Pedro. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 14ª ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DENARDI, E. G.; FILHO, M. A. F. A metodologia da pesquisa nos cursos de direito: uma análise crítica. **Revista da** F**aculdade** M**ineira de** D**ireito**. v.20, n.40, p. 91-117, 1991.

DEWEY, J. **Experiência y Educación**. Buenos Aires: Editorial Losada, 1958. 125p.

DINIZ, C. R; SILVA, I. B. **Metodologia científica:** Leitura: análise e interpretação. 21 ed. Universidade Federal do Rio Grande do Norte e da UEPB - Universidade Estadual da Paraíba. 24 p. 2008.l

ECHEVERRÍA, M. D. P. A solução de problemas em matemática. In: POZO, J. I. (org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: ArtMed, p. 44-65, 1998.

ECHEVERRÍA, M. D. P; POZO, J. I. (org.). Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: Pozo, J. I. (Ed**.). A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, p. 13-42, 1998.

FEITOSA, S. C. S. **Método Paulo Freire: Princípios e Práticas de uma concepção popular de educação**. 1999, 156 p. Dissertação (Mestrado em Educação – Faculdade de Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

FERNANDES, L. S; CAMPOS, A. F. Elaboração e aplicação de uma intervenção didática utilizando situação-problema no Ensino de Ligação Química. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 9, n. 1, p. 37 – 49, 2014.

FERNANDES, C. PCK - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. In **Atas** do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, São Paulo -SP, 2011.

FIGUEIRA, A. C. M; ROCHA, J. B. T. Açúcares Redutores no Ensino Superior: Atividades Baseadas na Resolução de Problemas. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 7, n. 3, p. 79 – 85, 2012.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução de Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, P. **Ação Cultural para a Liberdade e Outros Escritos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

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

_____. **Pedagogia da Autonomia**. 25 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

_____. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, Paulo; SHOR, Ira. **Medo e ousadia**: o cotidiano do professor. 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2008. 224 p.

FREITAS, L. C. A avaliação e as reformas dos anos de 1990. **Educação & Sociedade**, Campinas, n. 86, p. 133-170, 2004.

GAUTHIER, C. et al. Por uma teoria da Pedagogia. Pesquisas contemporâneas sobre o saber docente.Unijuí: UNIJUÌ, 1998.

GAZIRE, E. S. **Perspectivas da Resolução de Problemas em Educação Matemática**. 1988. 207 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 1988.

GIL-PÉREZ, D. Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. **Investigación en la Escuela**, n. 23, p. 17-32, 1994.

GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. La orientacion de las prácticas de laboratório con investigacion: Um ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de Las Ciências**, V. 14, n. 2, 155-163, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; FURIÓ, C.M.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; TORREGROSA, J.M.; GUISASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M.; CARVALHO, A.M.P.; Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lapiz y papel y realización de practicas de laboratório? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 2, p. 311-320, jun,1999.

GIL PÉREZ, D.; MACEDO, B.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.; BARRIOS, C. S.; VÁLDEZ, P.; VILCHES, P. A. ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago de Chile. Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, 2005. 476 p.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6 ed. São Paulo, Atlas, 2017.

GOI, M. E. J. **Formação de Professores para o Desenvolvimento da Metodologia de Resolução de Problemas na Educação Básica.** 2014. 267p. Tese (Doutorado em Educação - Faculdade de Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.

_____. **Resolução de Problema no Ensino de Química - fundamentos epistemológicos e metodológicos.** 2015 1. Diapositivo, color.

GOI, M. E. J; SANTOS, F. M. T. Formação de Professores e o desenvolvimento de habilidades para a utilização da Metodologia de Resolução de Problemas. **Investigações em Ensino de Ciências.** v. 19, n. 2, p. 431 -450, 2014.

_____**.** Implementação da Metodologia de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências. In **Atas** do XVII Seminário de Educação do Mercosul, 2015. Disponível em <https://home.unicruz.edu.br/mercosul/pagina/anais/2015> Acesso em 18 out. 2017.

GOI, M. E. J; ELLENSOHN, R. M. **(Re)fazendo ciência – significações, intervenções e relatos do PIBID** [e-book]. São Leopoldo: Oikos, 2018, 152p.

GONÇALVES, A. S. **A utilização das TDIC no ensino da tabela periódica.** Trabalho de Conclusão de curso (Especialização em Educação na Cultura Digital). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina – SC, 2016. 99 p.

GONZÁLEZ, C.V. Reflexiones e Ejemplos de Situaciones Didáticas para uma adequada Contextualización de los Contenidos Científicos em el processo de Enseñanza. **Revista Eureka sobre Ensenanza y Divulgación de las Ciencias**, v.1, n. 3, p. 214-223, 2004.

GONZALES, E.M. Que Hay de Renovar en Los Trabajos Prácticos? **Ensenãnza de Las Ciências,** V. 10, n. 2, 206-211, 1992.

GOOGLE IMAGENS: Disponível em < https://www.istockphoto.com/br/vetor/projeto-de-conceito-de-gabarito-emoticon-emoji-e-sorriso-escala-de emo%C3%A7%C3%B5es-gm872398064-243677715>. Acesso em 15 set. 2020.

GUIMARÃES, D; MENDONÇA, P. C. C. Avaliação de Habilidades Cognitivas em Um Contexto Sociocientífico com Foco nas Habilidades Argumentativas. **Química Nova na Escola,** v. 37, n. especial, p. 35-42, 2015.

GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta é a Questão? **Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa**. v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

GURIDI, V; SALINAS, J; VILLANI, A. Contribuições da epistemologia de Laudan para a compreensão das concepções epistemológicas de estudantes secundários de Física. In **Atas** do IV Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências. Baurú, São Paulo – SP, 2003.

HALMENSCHLAGER, K.R. **Abordagem de Temas em Ciências da Natureza no Ensino Médio: Implicações na Prática e na Formação Docente**. Florianópolis. UFSC. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, 2014, p. 1-373.

HODSON, D. Hacia um Enfoque más critico del Trabajo de laboratório. **Enseñanza de Las Ciências**, V. 12, n. 3, 299-313, 1994.

HOFFMAM, J. **Avaliação Mediadora**: uma prática em construção da pré-escola à universidade.14.ed. Porto Alegre: Mediação, 1998.

HUNSCHE, S. **Docência no ensino superior: Abordagem temática nas licenciaturas da área de ciências da natureza.** 2015, 363 p. Tese (doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2015.

IPEA, **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Plataforma agenda 2030, Brasil, 2019. Disponível em: < http://www.agenda2030.org.br/ods/4/>. Acesso em: 30 set. 2019.

JUNIOR, M. S. L. P; NETO, J. E. S. Situações-problema como estratégia Didática para o Ensino de Modelos Atômicos. **Revista Brasileira Ensino de Ciências e Tecnologia**. v. 8, n. 2, p. 181-201, 2015.

JUNIOR, S. D. S; COSTA, F. J. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. **Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia**- PMKT. v. 15, n. 2, p. 1-16, 2014.

KONDER. O Ensino de Ciências no Brasil: um breve resgate histórico. In: CHASSOT, A.; Oliveira, J. R. (org.). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: UNISINOS, 1998, p. 32-76.

LAUDAN, L. **El progreso y sus problemas: Hacia una teoria del crecimiento científico**. Madrid: Encuentro Ediciones, 1986.

LEME, M. I. S. Revisitando a crítica de Bruner: O desafio da proposta cognitivista nos estudos de Solução de Problemas. **Revista Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 14, n. 3, 2001.

LIMA, F. S. C; ARENAS, L. T; PASSOS, C. G. A Metodologia de Resolução de Problemas: Uma Experiência para o Estudo das Ligações Químicas. **Química Nova.** v. 41, n° 4, p. 468 -475, 2018.

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

LIMA, A. MARTINS, I. As interfaces entre a abordagem CTS e as questões sociocientíficas nas pesquisas em educação em ciências. In **Atas** do IX Encontro

Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC). Águas de Lindóia, SP, 10 a 14 de nov. de 2013.

LOPES, J. **Resolução de problemas em Física e Química.** Lisboa: Texto Editora, 1994.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem componente do ato pedagógico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A**. Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: Editora EPU, 1986. 99 p.

LUFTI, M. **Os Ferrados e Cromados**: Produção social e apropriação privada dos conhecimentos químicos. Ijuí: Unijuí, 1992.

MACHADO, N. J**. Educação: projetos e valores**. 5 ed. São Paulo: Escrituras, 2004.

MARCON, D. **Construção do conhecimento pedagógico do conteúdo dos futuros professores da Educação Física.** 2011, 574 p. Dissertação de doutoramento (Ciência do Desporto) - Universidade do Porto, Portugal, 2011.

_____. **Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: a integração dos conhecimentos do professor para viabilizar a aprendizagem dos alunos**. Caxias do Sul: EDUCS, 2013. p. 1-340.

MARCONDES, M. E. R. et al. Materiais Instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de Unidades Didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MARCONDES, M. E. R; proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista Em Extensão**, Uberlândia, V. 7, 2008.

MARQUES, A. C. R. L.; MARANDINO, M. Alfabetização científica, criança e espaços de educação não formal: diálogos possíveis. **Revista Educação e Pesquisa**, v.44, e 70831, p. 1-19, São Paulo, 2018, Epub Dec 21, 2018.

MARQUES, R. **História concisa da Pedagogia**. 1ed. Lisboa, Portugal: Plátano, 2001, 205 p.

MCDONALD, C. V. Na examination of preservice primary teachers' written arguments in an open inquiry laboratory task. **Science Education International**. V. 24, n° 3, p. 254 -281, 2013.

MEDEIROS, D. R. **Resolução de Problemas como proposta metodologia para o Ensino de Química.** 2019. 148 p. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, RS, 2019.

MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. D. Discussões de temas sociocientíficos e interações discursivas em aulas de Química: o papel da verbalização e da articulação

conceitual. In **Atas** do XV Encontro Nacional de Ensino de Química, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.

MENDONÇA, J. M. **A formulação e a Resolução de Problemas nos primeiros anos do Ensino Fundamental.** 2017. 157 p. Dissertação (Educação em Ciências) – Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2019.
MENEZES, M. G; SANTIAGO, M. E. Contribuição do pensamento de Paulo Freire para o paradigma curricular crítico-emancipatório. **Revista Pro-Posições**, v. 25, n. 3, p. 45-62, 2014.

MIGUÉZ, M. Uma estratégia didáctica alternativa em aulas universitárias de química: potenciando el processo motivacional por el aprendizaje. **Revista Educación Química.** V. 21, n° 4, p. 278 -286, 2010.

MÓL, G. S; SILVA, R.M.G; SOUZA, F.N. Dificuldades e Perspectivas para pesquisa em Ensino de Química no Brasil. **Revista Indagatio Didactia**, v. 5, n. 2. Universidade de Aveiro, São Tiago, Portugal, 2013.

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de minas gerais: fundamentos e pressupostos. **Revista Química Nova.** v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MORTIMER, E. F; MACHADO, H. A; Química- Ensino Médio. 3° Ed. São Paulo: Scipione, 2017.

MUNHOZ, A. S. **Aprendizagem Baseada em Problemas: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

OBAYA, A. et. al. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS: ¿EN QUÉ TIEMPO SE DESCOMPONE LA LECHE PASTEURIZADA A TEMPERATURA AMBIENTE?. **Revista Educación Química**. v. 29, n. 1, p. 99-109, 2018.

OLIVEIRA, I. B. Estudos do cotidiano, pesquisa em educação e vida cotidiana: o desafio da coerência. **Revista ETD – Educação Temática Digital**, v.9, n. esp., p.162-184, out. 2008.

OLIVEIRA, W.M. Uma Abordagem sobre o Papel do Professor no Processo Ensino/Aprendizagem. **REVISTA SABER**, v. 13, n. 2014. Disponível em < https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_28_1391209402.pdf>. Acesso em 15 out 2017.

OLIVEIRA, S; GUIMARÃES, O. M; LORENZETI, L. Uma Proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e a cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 8, n. 4, p. 75-105, 2015.

OLIVEIRA, V. B; MACEDO, M. J. H. A história das grandes descobertas químicas como ferramenta de contextualização. In **Atas** do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, 2016.

ONUCHIC, L. R. Ensino-aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática**. São Paulo: UNESP, 1999. p.199-220.

_____. Uma História da Resolução de Problemas no Brasil e no Mundo. In **Anais eletrônicos** do IV Seminário de Resolução de Problemas e I Seminário Internacional de Resolução de Problemas. Rio Claro: 2008, 135 p. Disponível em: <https://igce.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/educacaomatematica/gterp/resumos-publicados-iv-serp-e-i-sirp.pdf>. Acesso em: 07/04/ 2018.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G.; NOGUTI, F. C. H.; JUSTULIN, A. M. (Org.). **Resolução de Problemas: Teoria e Prática.** Jundiaí: Paco Editorial, 2014.

ONUCHIC, L. R. MORAIS, R. S. Resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática. **Revista Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v.15, n.3, p.671-691, 2013.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C, J. H.; RICCI, T. F.; PRADO, S. D. Tradição de pesquisa quântica: uma interpretação na perspectiva da epistemologia de Larry Laudan. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,** v. 7, n. 2, p. 366-386, 2008.

PASSOS, C. G; SANTOS, F. M. T. A Resolução de Problemas na Formação de Professores de Química Brasileiros: análise da produção. **In Atas** do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010. Disponível em <http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0352-1.pdf>. Acesso em: 9 set 2019.

PARDIM, C. S; SOUZA, L. A. O Movimento da Escola Nova no Brasil na Década de 1930. In **Anais** Eletrônicos do IV Simpósio de Educação Matemática. Nova Andradina, 2012. Disponível em <https://docplayer.com.br/11223858-O-movimento-da-escola-nova-no-brasil-da-decada-de-1930.html>.Acesso em: 27 mar 2019.

PAZINATO, M. S; BRAIBANTE, M. E. F. A Química dos Alimentos: composição química e energia. In. BRAIBANTE, M. E. F; BRAIBANTE, H. T. S. (Org.). **Temáticas para o Ensino de Química**: Contribuições com atividades experimentais. Curitiba: CRV, p. 13-28, 2019.

PAZINATO, M. S; **Alimentos: Uma temática geradora do conhecimento químico**. 2012. 177 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Santa Maria, UFSM. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2012.

PEREIRA, E. A.; MARTINS, J. R.; ALVES, V.; DELGADO, E. I. A contribuição de John Dewey para Educação. **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos, SP: UFSCar. P. 154-161,2009.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PICCOLI, F. **Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma estratégia para o Ensino de Química no Ensino Médio**. Porto Alegre, 2016. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016, p. 1 – 97.

PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes Pedagógicos e Atividade Docente**. São Paulo: Cortes, 1999.

PÓLYA, G. **O ensino por meios de problemas**. RPM - SBM,1995.

POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

_____. A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I. (org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender.** Porto Alegre: Artmed, 1998, p. 67-101

PRAIA, J. F. Contributo para uma leitura possível de um percurso profissional. In: CACHAPUZ, A. F.; CARVALHO, A. M. P.; PÉREZ, D. G. (Org.). **O Ensino de Ciências como compromisso científico e social: Os caminhos que percorremos.** São Paulo: Cortez, 2012. p. 53-74.

REIS, J. M. C.; KIOURANIS, N. M. M.; SILVEIRA, M. P. Um Olhar para o Conceito de Átomo: Contribuições da Epistemologia de Bachelard. **Alexandria** - **Revista de Educação em Ciências e Tecnologia.** v. 10, n. 1, p. 3-26, 2017.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências**. 2005. 258p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnologia - Faculdade de Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.

ROCHA, T. R. Módulo Temático: **Contribuições para a formação continuada de professores de Ciências.** 2018. 303 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2018.

RODRIGUES, C. T. O desenvolvimento do Pragmatismo segundo Dewey. **Cognitio-Estudos: Revista Eletrônica de Filosofia.** v.5, n. 2, p. 198-203, 2008.

RUSSEL, John B. **Química Geral***,* 2-ed, 2 vols. Traduzido por: Márcia Guekezian; Maria Cristina Ricci; Maria Elizabeth Brotto; Maria Olívia A. Mengod; Paulo César Pinheiro; Sonia Braunstein Faldini; Wagner José Saldanha. São Paulo: Makron, 1994. 1268p.

SALAZAR, S. F. El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente. **Actualidades investigativas en educación**, Costa Rica, v. 5, n. 2, 2005. Disponível em: <http://revista.inie.ucr.ac.cr/>. Acesso em: 2 jun. 2019.

SALVADOR, A. D. **Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica**. 11. ed. Porto Alegre: Sulina, 1986. 254 p.

SAMPAIO, A. A. M; BERNARDO, D. L; AMARAL, E. M. R. Análise de uma Estratégia de Caso vivenciada por Licenciandos em Química. **Revista Química Nova na Escola**. V. 38, n° 2, p. 173 -180, 2016.

SANTOS, M. C. F. A noção de experiência em John Dewey, a Educação Progressiva e o currículo de Ciências. In **Atas** do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, Campinas, SP, 2011.

SANTOS, W. L. P. O **Ensino de Química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implementação na escola secundária brasileira.** 1992. 209p. Dissertação (Mestrado em Educação - Faculdade de Educação) - Universidade de Campinas, Campinas/ SP, 1992.

_____. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência e Ensino**, v. 01, número especial, 2007.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Concepções de professores sobre Contextualização Social do Ensino de Química e Ciências. In **Atas** da XXII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Poços de Caldas, MG. Livro de Resumos. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 1999a.

_____. A Dimensão Social do Ensino de Química – um estudo exploratório da visão dos professores. In **Atas** do II Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, Valinhos, 1999b.

_____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SANTOS, I. S. F.; PRESTES, R. I.; VALE, A. M. Brasil 1930-1961: Escola Nova, LDB e Disputa entre escola pública e escola privada. **Revista Histedbr**, v. jun, n. 22, p. 131-149, 2006.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química:** compromisso com a cidadania. Ijuí: UNIJUÍ, 1997. 160 p.

SANTOS, W. L. P; MÓL, G.S. (Coord). Química Cidadã. Vol. 2. 3° Ed. São Paulo: AJS, 2016.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Construindo Argumentação na Sala de Aula: Apresentação do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o Padrão de Toulmin. **Revista Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Coord.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

SCHNETZLER, R. P. Trilhas e Projeções da Pesquisa em Ensino de Química no Brasil. In. MÓL, G. S. (Org.). Ensino de Química: visões e reflexões. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2012.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 57, n. 1, p. 1-27, 1987.

SILVA, E. L; MARCONDES, M. E. R. Contextualização no Ensino de Ciências: Significados e Epistemologia. In: SANTANA, E; SILVA, E. L. (Org.). **Tópicos em Ensino de Química.** São Carlos/SP: Pedro & João Editores, 2014. 252p.

_____. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 65-83, 2015.

SILVA, E. R. A. **Articulação entre Resolução de Problemas e a temática drogas como proposta metodológica para o Ensino de Química**. 2017. 36 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Exatas) – Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, RS, 2017.

SILVA, E. R. A.; GOI, M.E.J. Articulação entre Resolução de Problemas e a temática drogas como proposta metodológica para o Ensino de Química. **Revista Contexto & Educação**, v. 34, n. 107, p. 104-125, 2019 (a).

_____. Articulação entre Resolução de Problemas e Temáticas no Ensino de Ciências: Uma análise em periódicos da área. **Revista Vidya**, v. 39, n. 1, 2019 (b).

SILVA, E. R. A; BRAIBANTE, M. E. F. Análise das publicações sobre Metodologia de Resolução de Problemas e Temáticas na formação inicial de professores de Química. **Revista Research, Society and Development**, v: 9, n., 2020.

SILVA, P. S; MORTIMER, E. F. O Projeto Água em Foco como uma proposta da Formação no PIBID. **Revista Química Nova na Escola**. v. 34, n. 4, p. 240 – 247, 2012.

SILVA, F. C. V; CAMPOS, A. F. ALMEIDA, M. A. V. Situação-problema sobre radioterapia no Ensino Superior de Química: Contextos de uma investigação. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 12, n. 1, p.14 – 25, 2017.

SOARES, M. T. C.; PINTO, N. B. Formação em ação, 2011. **Secretaria de Educação do Governo do Paraná.** Disponível em <http://educadores.diaadia..pr.gov.br/arquivos/File/formacao_acao/2semestre2016/fa_dedi_indigena_anexo2.pdf>. Acesso em 15 mar 2019.

SOUZA, F. L; MARTINS, P. Ciência e Tecnologia na Escola: Desenvolvendo Cidadania por meio do Projeto “Biogás - Energia Renovável para o Futuro”. **Revista Química Nova na Escola**; v. 33, n. 1, p. 19-24, 2011.

STORGATTO, G. A; BRAIBANTE, M. E. F. A Química na Odontologia. In. BRAIBANTE, M. E. F; BRAIBANTE, H. T. S. (Org.). **Temáticas para o Ensino de Química:** Contribuições com atividades experimentais. Curitiba: CRV, p. 13-28, 2019.

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, 50-74, 2009.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e Formação Profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

TAVARES, J. **A aprendizagem como construção do conhecimento pela Via da Resolução de Problemas e de Reflexão.** Aveiro: CIDINE (Centro de Investigação Difusa e Intervenção Educacional), 1992. 163 p.

TEIXEIRA, M. S. O conceito de Experiência em John Dewey: contribuições para uma epistemologia naturalizada. **Revista Fundamentos**, v. 1, n. 1, 2018.

TOSUN, C; TASKESENLIGIL, Y. The effect of problem-based learning on undergraduate students' learning about solutions and their physical properties and scientific processing skills**. Chemistry Education Research and Practice in Europe**. v. 14, n. 36, p. 36 -50, 2013.

TREVISAN. M. C. **Saúde Bucal como temática para um Ensino de Química contextualizado**. 2012. 141 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

TOZETTO, S.S; MARTINEZ, F.W. Os conhecimentos pedagógicos na formação inicial do curso de ciências biológicas**. Atos de Pesquisa em Educação,** Blumenau, v. 11, n. 3, p.755-778, set./dez. 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Departamento de Química.** Programa da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental. Disponível em <https://www.ufsm.br/ementario/?/disciplinas//>. Acesso em 25 nov. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Laboratório de Ensino de Química - LAEQUI**. Disponível em < http://w3.ufsm.br/laequi/?cat=32>. Acesso em 19 de jan. de 2020.

VASCONCELOS, E. S. D.; SANTOS, W. L. P. D. Educação Ambiental por meio de tema CTSA: relato e análise de experiência em sala de aula. In **Atas** do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

VILLANI, A.; FREITAS, D. Formação de professores de ciências: um desafio sem limites. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 215-230, 2002.

VOLPÁTO, V. C; AGUIAR, J. A; REIS, J. M. C. A construção de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais: contribuições de uma Oficina Temática sobre Investigação Criminal. **Revista ACTIO**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 249-269, 2017.

WARTHA, E. J.; JESUS, R. M. D.; GUZZI FILHO, N. J. Construindo o conhecimento através de projetos de trabalho: uma experiência no curso de Química da Universidade Estadual de Santa Cruz. In: **Atas** do XIII Encontro Nacional de Ensino de Química, São Paulo/SP, 2006.

WATTS, M. The Science of Problem-Solving: A Pratical Guide foe Science Teachers. London: Cassel, 1991.

WESTBROOK, R. B et. al (Org.) **John Dewey**. Tradução de José Eustáquio Romão e Verone Lane Rodrigues. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana. Traduzido de Robert B. Westbrook. 2010, 136 p.

ZAPPE, J. A; SAUERWEIN, I. P S. Resolução de problemas no Ensino de Química: um exemplar de atividade sobre processos de separação de misturas. In **Anais** do 34° EDEQ (Encontros de Debates sobre o Ensino de Química). Universidade de Santa Cruz. Santa Cruz, RS, 2014.

ZULIANI, S. R. Q. A; ÂNGELO, A. C. D. A Utilização de Metodologias Alternativas: O Método Investigativo e a Aprendizagem de Química. In: NARDI, R. (Org.). **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente.** São Paulo. Escrituras, 2001.p. 69-80.

APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO DE CONCEPÇÕES SOBRE AS PRÁTICAS EDUCATIVAS

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Este questionário visa a obtenção de dados para a formulação de atividades didáticas para serem desenvolvidas nas Práticas Educativas. Os dados pessoais dos respondentes não serão divulgados, mantendo-se sigilo absoluto. É importante que você preencha todas as questões do questionário e expresse a sua opinião livremente. Agradeço sua colaboração.

1- Você já realizou outras Práticas Educativas nos semestres anteriores?

( ) Sim ( ) Não

2- Se sim, que tipos de atividades foram solicitadas? Descreva_____
_____
_____
_____
_____
_____

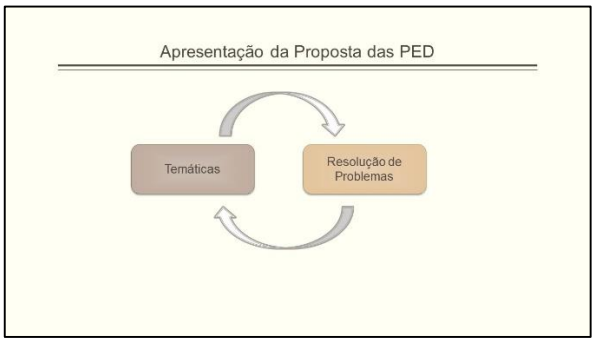
3- Você acredita que a forma como foram trabalhadas as Práticas Educativas anteriores, contribuiu para sua formação? Comente.

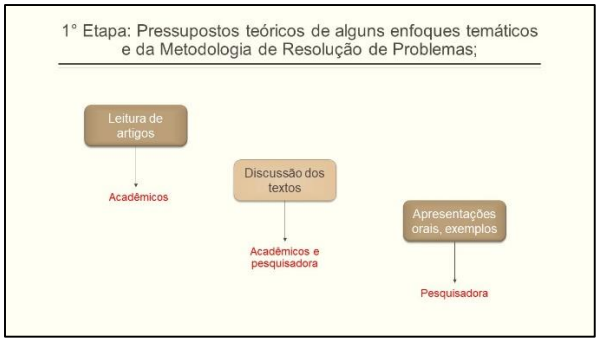
_____
_____
_____
_____
_____
_____

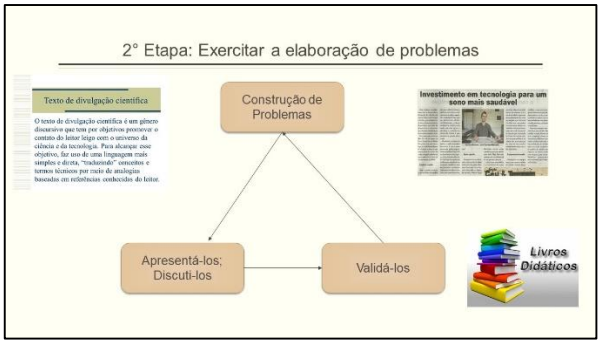
4- Sugira atividades que você gostaria que fossem desenvolvidas na Prática Educativa da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental.

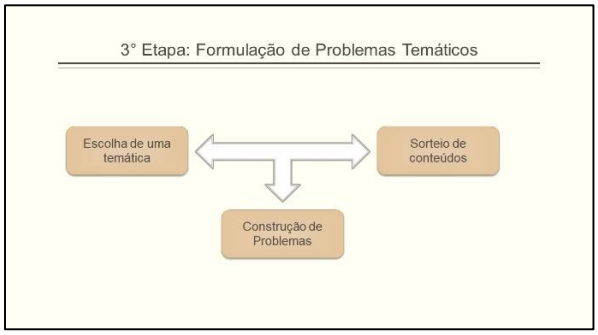
_____
_____
_____
_____
_____

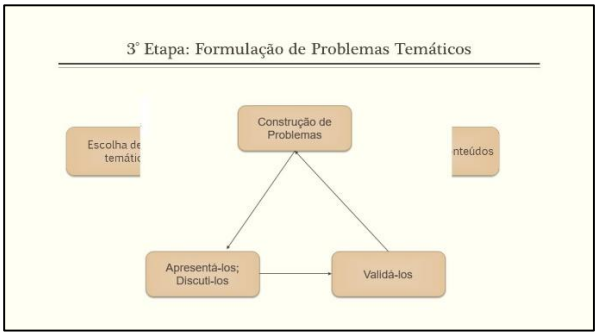
APÊNDICE B- APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO PARA AS PED

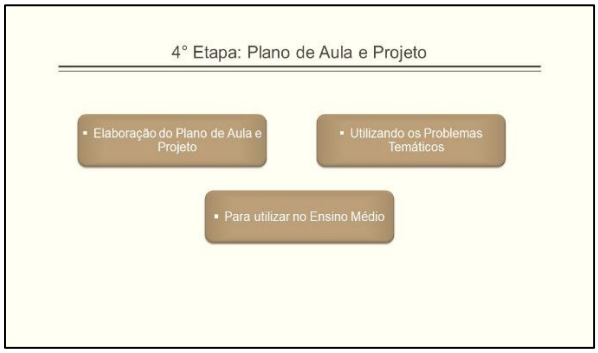


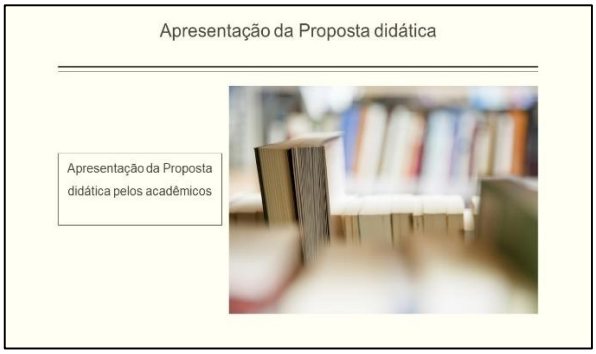


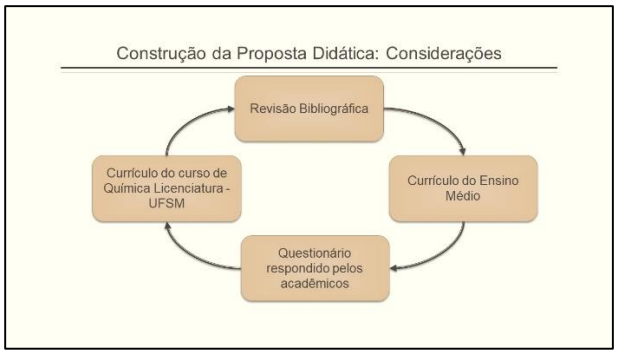












Perguntas	Respostas
1. Você já realizou outras Práticas Educativas nos semestres anteriores?	Sim (100%)
2. Se sim, que tipos de atividades foram solicitadas?	**R1:** apresentação de aulas de determinadas temáticas, apresentação de planejamento didático de determinadas temáticas/ assuntos e apresentação de aula prática experimental.
	R2: A atividade solicitada foi a elaboração e apresentação de um assunto que tivesse sido abordado nas aulas de Química Geral. Desta forma, foi elaborado um trabalho escrito com referencial teórico, uma apresentação em slides e uma aula de no máximo 15 min abordando o assunto.
	R3: Trabalho a partir dos conteúdos desenvolvidos em aula, assim os alunos apresentam aulas com assuntos de interesse.

Perguntas	Respostas
2. Se sim, que tipos de atividades foram solicitadas?	**R4:** Foi sorteado um conteúdo trabalhado durante o semestre, no meu caso, foi sobre soluções na disciplina de Química Geral experimental. Na prática, foi solicitada uma aula de 20 min apresentando o conteúdo e resolução de problemas além de uma prática demonstrativa.
	R5: Foi proposto aos alunos que dessem uma aula de algum assunto de química geral. Além disso, uma experimentação foi realizada. O tempo médio era de 20 min.
	R6: A atividade solicitada foi um experimento que fosse bem didático e que seria possível aplicar em sala de aula. A solicitação da atividade consistia em descrever o experimento e formular possíveis questões aplicáveis aos alunos.

Perguntas	Respostas
3. Você acredita que a forma como foram trabalhadas as Práticas Educativas anteriores, contribuiu para sua formação? Comente	**R1:** Contribuiu parcialmente, visto que praticamente todas as práticas educativas anteriores visavam aulas para dar no ensino superior, não tendo enfoque no ensino médio, que será a área de trabalho de nós licenciandos.
	R2: Não, pois não houve um debate nem uma preparação anterior da prática didática, foi apenas uma apresentação e avaliação do nosso assunto. Dessa forma, não sei se fui claro e/ou transmiti o conhecimento de forma acessível.
	R3: Sim, pois me ajudou a entender e projetar uma apresentação de aula.

Perguntas	Respostas
3. Você acredita que a forma que a forma como foram trabalhadas as Práticas Educativas anteriores, contribuiu para sua formação? Comente	**R4:** Sim, na parte de elaboração do conteúdo, de como ministrar uma aula. E de como se prepara uma atividade experimental.
	R5: As práticas educativas servem para que o aluno, futuro professor tenha uma primeira experiência com a sala de aula.
	R6: De certa forma sim, pois foi possível ter uma noção básica de como deveria ser formulada uma atividade experimental didática, de forma coesa para que os futuros alunos tivessem um bom entendimento da mesma.

Perguntas	Respostas
4. Sugira atividades que você gostaria que fossem desenvolvidas na Prática Educativa da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental.	**R1:** Atividades que pudessem ser desenvolvidas sem aparato experimental de laboratório, apenas com materiais presentes no cotidiano das pessoas, assim as práticas poderiam ser aplicadas em qualquer escola sendo ela desequipada ou carente, ou seja de melhor estrutura.
	R2: Algo que instigue a curiosidade e demonstre como a Química é muito mais que cálculos, por que nossos futuros alunos não sabem disso. Além disso, que o trabalho contribua para nossa didática, afinal ele se chama "Prática Educativa".
	R3: Trabalhos com conteúdos abordados em aula, na forma de seminários.
	R4: Poderia desenvolver alguma atividade diferenciada do conteúdo proposto de cada grupo.
	R5: Levar as experiências e conteúdos aprendidos para as escolas da cidade, mostrando para o ensino médio e fundamental.
	R6: Seminários

APÊNDICE C- QUESTIONÁRIO INICIAL

Química Analítica Quantitativa Experimental - Práticas Educativas (UFSM): QUESTIONÁRIO INICIAL

O objetivo deste questionário é verificar as opiniões dos acadêmicos em relação: as Práticas Educativas (PEDs) desenvolvidas ao longo da formação inicial, a metodologia de resolução de problemas e o trabalho com temáticas no ensino.
É importante que você expresse a sua opinião livremente no questionário. Em hipótese alguma os resultados do questionário terão influência na avaliação da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental.
Nas sessões seguintes, você encontrará várias afirmativas que, de um modo geral, refletem algumas questões relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem. Algumas destas alternativas são favoráveis e outras, desfavoráveis. Abaixo de cada afirmativa, existe uma escala na qual você deverá assinalar a alternativa que melhor expressa sua opinião. O código é o seguinte:

CP CONCORDO PLENAMENTE
C CONCORDO
NO NÃO TENHO OPINIÃO OU INDECISO
D DISCORDO
DT DISCORDO TOTALMENTE
SEMPRE QUE POSSÍVEL, EVITE A ALTERNATIVA NO.

Também é importante que você justifique suas escolhas. Para isso, utilize os espaços abaixo na opção "justificativa".
Leia com atenção cada afirmativa antes de expressar a sua opinião.

Questionário adaptado por Silveira e Moreira (1999) – Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte. V. 1, n. 1, p. 69-84.

NOME DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO:

Questões Pessoais	
Idade:	Sexo:

Quanto a formação inicial						Justificativa
1 – As Práticas Educativas ofertadas em disciplinas do curso de Química Licenciatura contribuem para fomentar o uso de alternativas metodológicas para o ensino.	CP	C	NO	D	DT	
2- Até então, as Práticas Educativas desenvolvidas me permitiram vivenciar a experiência de me colocar no lugar de professor.	CP	C	NO	D	DT	
3- As Práticas Educativas não possibilitam um avanço na aquisição de conhecimentos para minha atuação futura como docente.	CP	C	NO	D	DT	
4- As Práticas Educativas contribuem com a minha aprendizagem para aquisição de conteúdos científicos.	CP	C	NO	D	DT	

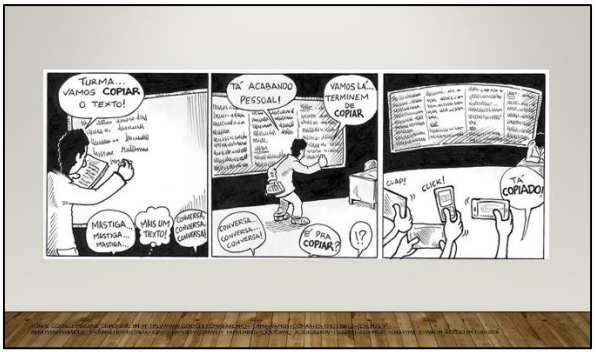
Quanto a Metodologia de Resolução de Problemas						Justificativa
5 – Conheço a Metodologia de Resolução de Problemas.	CP	C	NO	D	DT	
6- Acredito que o trabalho, por meio da Metodologia de Resolução de Problemas, permite aprofundar meus conhecimentos científicos.	CP	C	NO	D	DT	
7- Considero a Metodologia de Resolução de Problemas uma prática difícil para ser usada pedagogicamente em sala de aula.	CP	C	NO	D	DT	

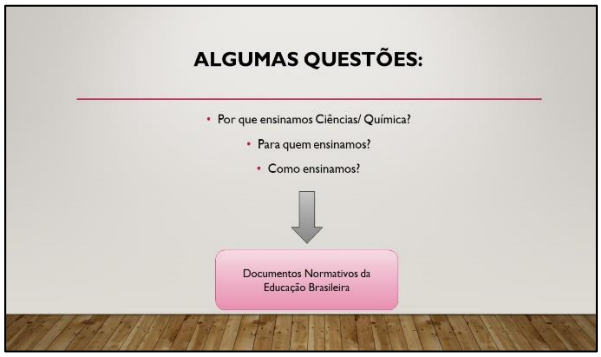
Quanto ao trabalho com Temáticas						Justificativa
8 – Conheço alguma (s) metodologia (s) balizada (s) por temáticas.	CP	C	NO	D	DT	
9- Acredito que o trabalho por meio de temáticas, permite um acesso mais amplo ao	CP	C	NO	D	DT	

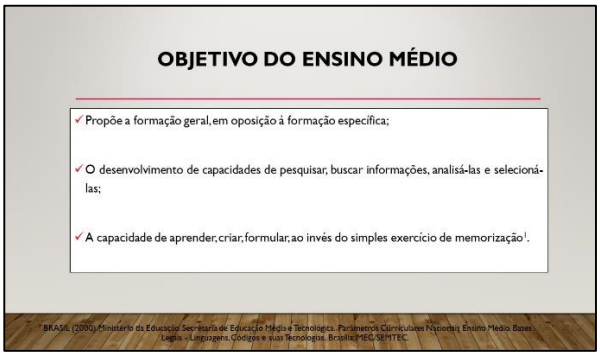
conhecimento científico e sua aplicação cotidiana.						
10- Considero que o ensino por meio de temáticas possibilita uma maior contextualização dos conceitos estudados em sala de aula.	CP	C	NO	D	DT	

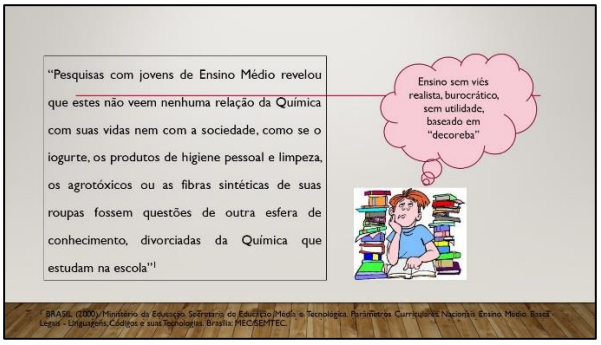
Desde já agradeço a sua colaboração: Édila Silva

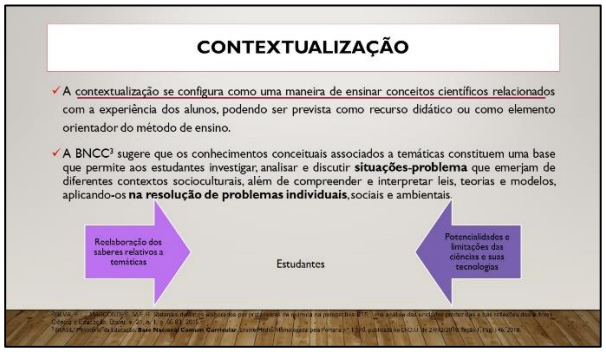
APÊNDICE D- APRESENTAÇÃO SOBRE TEMAS/ TEMÁTICAS



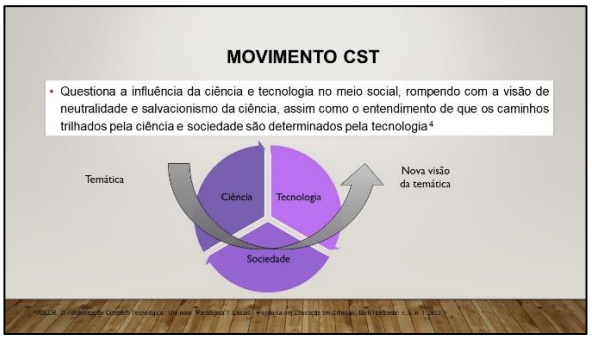


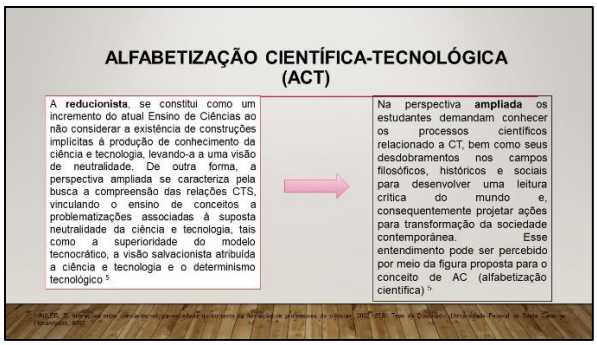


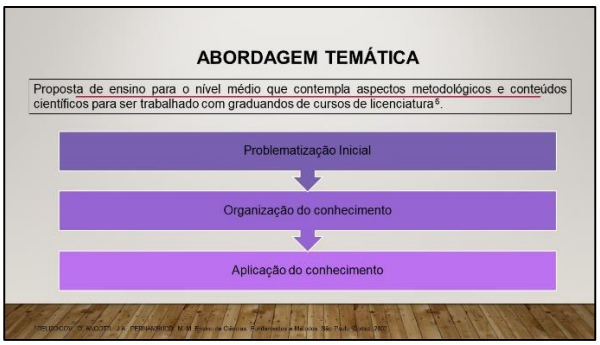


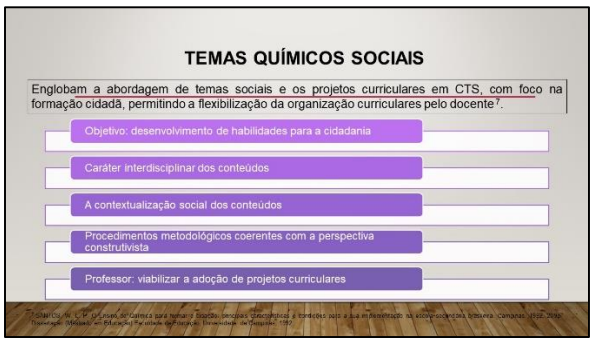


Estrutura da Abordagem Temática Freiriana
Levantamento Preliminar da realidade local
Análise de situações e escolha das codificações
Diálogos Descodificadores
Redução Temática
Sala de aula


MOVIMENTO CST
Questiona a influência da ciência e tecnologia no meio social, rompendo com a visão de neutralidade e salvacionismo da ciência, assim como o entendimento de que os caminhos trilhados pela ciência e sociedade são determinados pela tecnologia [4]
Temática
Ciência
Tecnologia
Sociedade
Nova visão da temática


ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA-TECNOLÓGICA (ACT)
A reducionista, se constitui como um incremento do atual Ensino de Ciências ao não considerar a existência de construções implícitas à produção de conhecimento da ciência e tecnologia, levando-a a uma visão de neutralidade. De outra forma, a perspectiva ampliada se caracteriza pela busca a compreensão das relações CTS, vinculando o ensino de conceitos a problematizações associadas à suposta neutralidade da ciência e tecnologia, tais como a superioridade do modelo tecnocrático, a visão salvacionista atribuída a ciência e tecnologia e o determinismo tecnológico [5].
Na perspectiva ampliada os estudantes demandam conhecer os processos científicos relacionado a CT, bem como seus desdobramentos nos campos filosóficos, históricos e sociais para desenvolver uma leitura crítica do mundo e, consequentemente projetar ações para transformação da sociedade contemporânea. Esse entendimento pode ser percebido por meio da figura proposta para o conceito de AC (alfabetização científica) [5].


ABORDAGEM TEMÁTICA
Proposta de ensino para o nível médio que contempla aspectos metodológicos e conteúdos científicos para ser trabalhado com graduandos de cursos de licenciatura [6].
Problematização Inicial
Organização do conhecimento
Aplicação do conhecimento


TEMAS QUÍMICOS SOCIAIS
Englobam a abordagem de temas sociais e os projetos curriculares em CTS, com foco na formação cidadã, permitindo a flexibilização da organização curriculares pelo docente [7].
Objetivo: desenvolvimento de habilidades para a cidadania
Caráter interdisciplinar dos conteúdos
A contextualização social dos conteúdos
Procedimentos metodológicos coerentes com a perspectiva construtivista
Professor: viabilizar a adoção de projetos curriculares

APÊNDICE E- FICHA DE VALIDAÇÃO

Validação do processo de elaboração dos Problemas Temáticos – avaliação por pares

PED- Química Analítica Quantitativa Experimental

2019/01

Nome: _____

Problema do grupo:_____

Itens Avaliativos	Insatisfatório				Intermediário			Satisfatório			Justificativa
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1- O problema trata-se de uma questão que você desconhece a resposta?											
2- Seriam necessárias pesquisas (temas, conteúdos) para você elaborar e resolver o problema?											
3- O problema aborda uma contextualização inicial sobre o tema pretendido?											
4- Existe no problema, dados que possam levar o estudante a resolvê-lo imediatamente a partir de dados ou equações conhecidas?											
5- O problema é passível da projeção de hipóteses?											
6- O problema comporta mais de uma resposta ou diferentes meios para se obter a resolução?											
7- Para resolver o problema é necessário planejamento (ações ou atitudes diversas)?											
8- O problema comporta atividades práticas ou experimentais?											
9- O problema apresenta dificuldade para sua resolução?											
10- O problema é original?											
11- O problema envolve uma temática?											
12- O problema contempla a temática proposta?											
13- O Problema Temático fornece elementos para a análise de situações sociais sob perspectiva científica?											
14- O Problema temático faz parte da realidade social ou cotidiana do aluno?											

15- Existe relação entre o Problema Temático e os conteúdos selecionados?											
16- Os conceitos selecionados para o entendimento da temática são suficientes para responder o problema?											
17- A resolução ou as possibilidades de resoluções permitem a construção de significados científicos?											
18- As resoluções dos problemas se vinculam diretamente com o problema temático?											

APÊNDICE F- PROBLEMAS TEMÁTICOS

Problemas Temáticos

Química Licenciatura
Química Analítica Experimental - PED
Édila Silva

Caracterização dos Problemas Temáticos

Quanto a caracterização como problema
É necessário pesquisar para solucionar o problema.
Não existir no problema, dados que possam levar a sua resolução imediata.
Deve passível da projeção de hipóteses.
Comportar mais de uma resposta ou diferentes meios para se obter a solução.
Quanto a caracterização do tema
Contemplar uma temática.
Estar associado a realidade social ou cotidiana do estudante.
Fornecer elementos para análise de situações sociais sob perspectiva científica.
Quanto ao Conteúdo
Os conceitos selecionados devem ser suficientes para o entendimento da temática.
Os conceitos selecionados devem ser suficientes para responder o problema.

Itens reflexivos para formulação dos Problemas Temáticos

- ✓ O problema se refere a uma questão cuja resolução não é conhecida pelo estudante?
- ✓ São necessárias pesquisas para que o estudante possa resolver o problema?
- ✓ O problema aborda uma contextualização inicial sobre o tema pretendido de ser estudado?
- ✓ Não existem no problema, dados que possa levar o estudante a solucionar a questão imediatamente por meio de fórmulas ou equações que ele já conhece?
- ✓ O problema é passível da projeção de hipóteses?
- ✓ O problema comporta mais de uma resposta ou diferentes meios para se obter a solução?
- ✓ O problema apresenta um grau adequado de dificuldade para sua resolução?

Itens reflexivos para formulação dos Problemas Temáticos

- ✓ O problema contempla a temática proposta para ser estudada?
- ✓ O Problema Temático fornece elementos para a análise de situações sociais sob a perspectiva científica?
- ✓ O Problema temático faz parte da realidade social ou cotidiana do meu aluno?
- ✓ Existe relação entre o Problema Temático e os conteúdos selecionados?
- ✓ Os conceitos selecionados são suficientes para que meu aluno possa solucionar o Problema Temático?
- ✓ A resolução ou possibilidade de resolução dos Problemas Temáticos permitem a construção de significados científicos?

Características das etapas de trabalho a ser realizada pelo professor

Classificação dos Problemas Temáticos

- **Abertos:** admitem problemas cuja solução ainda não foi encontrada.
- **Semiaberto:** Delimitados dentro de um contexto previamente pensado pelo professor. Admite diferentes meios para se chegar á solução que já existe.
- **Teóricos:** Problemas que não necessitam de atividades práticas ou experimentais para sua solução.
- **Prático:** Problemas que precisam de artifícios práticos ou experimentais para se chegar á solução.
- **Teórico-Práticos:** Admitem procedimentos teóricos e práticos para se chegar á solução.
- **Quantitativo:** Admitem operações ou procedimentos matemáticos para ser resolvido.
- **Qualitativos:** Não necessitam de raciocínio algébrico para ser solucionado.
- **Quanti-Qualitativos:** Admitem raciocínio matemático ou não para se chegar á solução.

Plano de Aula

- Capa com Dados de Identificação
- Tema
- Título
- Conteúdos selecionados e abordados
- Pré-requisitos (ideias prévias)
- Objetivos (geral e específico)
- Série a ser aplicado o plano
- Tempo – horas/aula
- Procedimento metodológico (problemas temáticos e respostas)
- Recursos didáticos
- Proposta para avaliação
- Cronograma
- Referências Bibliográficas

APÊNDICE G- FICHA DE VALIDAÇÃO REFORMULADA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA -UFSM

FICHA DE VALIDAÇÃO

O objetivo deste questionário é verificar se os problemas se caracterizam como temáticos, como os problemas podem ser solucionados, quais estratégias de resolução podem ser utilizadas, quais as dificuldades foram encontradas na solução dos Problemas Temáticos.

Nas folhas que seguem, você encontrará afirmativas que, de um modo geral, refletem algumas questões relacionadas a caracterização dos problemas como temáticos. Ao lado de cada uma, existe uma escala na qual você deverá assinalar com um X a alternativa que melhor expressa sua opinião sobre a mesma. O código é o seguinte:

CP	CONCORDO PLENAMENTE
C	CONCORDO
NO	NÃO TENHO OPINIÃO OU INDECISO
D	DISCORDO
DT	DISCORDO TOTALMENTE
SEMPRE QUE POSSÍVEL, EVITE A ALTERNATIVA NO.	

Também é importante que você justifique suas escolhas. Para isso, utilize a coluna ao lado dos códigos.

Leia com atenção cada afirmativa antes de expressar a sua opinião.

Quanto a caracterização como problema						
1- Precisei pesquisar para solucionar o problema.	CP	C	NO	D	DT	
2- Não existiam no problema, dados que pudessem levar a sua resolução imediata.	CP	C	NO	D	DT	
3- Foi possível levantar algumas suposições a respeito de resolução do problema. da	CP	C	NO	D	DT	
4- Por meio da pesquisa para solucionar o problema, foi possível verificar que o mesmo pode comportar mais de uma resposta ou diferentes meios para se obter a solução.	CP	C	NO	D	DT	

Quanto a caracterização da temática						
5- O problema contempla uma temática.	CP	C	NO	D	DT	
6- A temática está associada com a minha realidade social ou cotidiana.	CP	C	NO	D	DT	
7- O problema temático fornece elementos para análise de situações sociais sob perspectiva científica	CP	C	NO	D	DT	

Quanto ao Conteúdo						
8- Os conceitos selecionados na apresentação foram suficientes para o entendimento da temática	CP	C	NO	D	DT	
9- Os conceitos selecionados na apresentação foram suficientes para responder o problema	CP	C	NO	D	DT	

APÊNDICE H- QUESTIONÁRIO FINAL

O objetivo deste questionário é verificar as opiniões dos acadêmicos em relação: as Práticas Educativas (PEDs) desenvolvidas ao longo da formação inicial, dos Problemas Temáticos e o trabalho com temáticas no ensino.

É importante que você expresse a sua opinião livremente no questionário. Em hipótese alguma os resultados do questionário terão influência na avaliação da disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental.

Nas sessões seguintes, você encontrará várias afirmativas que, de um modo geral, refletem algumas questões relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem. Algumas destas alternativas são favoráveis e outras, desfavoráveis. Abaixo de cada afirmativa, existe uma escala na qual você deverá assinalar a alternativa que melhor expressa sua opinião. O código é o seguinte:

CP CONCORDO PLENAMENTE
C CONCORDO
NO NÃO TENHO OPINIÃO OU INDECISO
D DISCORDO
DT DISCORDO TOTALMENTE

SEMPRE QUE POSSÍVEL, EVITE A ALTERNATIVA NO.

Também é importante que você justifique suas escolhas. Para isso, utilize os espaços abaixo na opção "justificativa".
Leia com atenção cada afirmativa antes de expressar a sua opinião.

Leia com atenção cada afirmativa antes de expressar a sua opinião.

NOME DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO:

Identificação

Nome:

Quanto a disciplina de Química Analítica Experimental						
1-Acredito ter expandido meus conhecimentos científicos relacionados a disciplina após o trabalho com problemas temáticos.	CP	C	NO	D	DT	
2- Acredito que as Práticas Educativas, desenvolvidas por meio de Problemas Temáticos, possibilitaram-se a aprendizagem de aspectos teóricos e experimentais relacionados com a Química.	CP	C	NO	D	DT	
3- As pesquisas desenvolvidas para a elaboração dos problemas temáticos contribuíram para o aprendizado do conteúdo da disciplina cursada.	CP	C	NO	D	DT	

Quanto a Formação Inicial						
4- As Práticas Educativas não contribuíram para fomentar o uso de alternativas metodológicas para o Ensino de Química.	CP	C	NO	D	DT	
5- As Práticas Educativas me permitiram perceber que existem diversas maneiras de ensinar e aprender.	CP	C	NO	D	DT	
6- Acredito que o trabalho por meio de Problemas Temáticos me possibilitou maior autonomia para trabalhar no Ensino Básico.	CP	C	NO	D	DT	
7- A troca de ideias com o grupo possibilita um espaço de reflexão sobre a docência.	CP	C	NO	D	DT	

Quanto ao trabalho com Problemas Temáticos						
8- Consegui me apropriar das características para formulação dos Problemas Temáticos.	CP	C	NO	D	DT	
9- Me sinto mais a vontade em formular problemas teóricos.	CP	C	NO	D	DT	
10- Me sinto mais a vontade em formular problemas experimentais.	CP	C	NO	D	DT	
11- Me sinto mais a vontade em formular problemas teórico-experimentais.	CP	C	NO	D	DT	
12- Encontrei dificuldades em trabalhar com os Problemas Temáticos.	CP	C	NO	D	DT	
13- Pretendo trabalhar com Problemas Temáticos em minhas futuras intervenções pedagógicas.	CP	C	NO	D	DT	
14- Percebi que esse trabalho pode ser significativo para uma melhor compreensão das aulas experimentais.	CP	C	NO	D	DT	
15- Achei difícil a formulação de Problemas Temáticos.	CP	C	NO	D	DT	
16- Tenho a percepção que ao formular problemas temáticos revisei a minha compreensão sobre os conteúdos em questão.	CP	C	NO	D	DT	

Quanto a Ficha de validação						
17- Acredito que a ficha de validação contribui para minha compreensão das características dos Problemas Temáticos	CP	C	NO	D	DT	
18- Os itens da ficha de validação me permitiram avaliar os problemas elaborados pelos colegas	CP	C	NO	D	DT	
19- Os itens da ficha de validação são insuficientes para avaliação das características dos Problemas Temáticos.	CP	C	NO	D	DT	

20- Acredito que a ficha de validação me ajudará a classificar problemas elaborados por outras pessoas como temáticos ou não.	CP	C	NO	D	DT	
21- Acredito que a ficha de validação se constitui um instrumento adequado para avaliação dos Problemas Temáticos	CP	C	NO	D	DT	

Quanto ao trabalho com Temáticas						
22- Me apropriei do trabalho a partir de temáticas.	CP	C	NO	D	DT	
23- Por meio das Práticas Educativas conheci diversos tipos de classificações para temáticas.	CP	C	NO	D	DT	
24- Senti dificuldades em encontrar uma temática que pudesse ser transposta para o Ensino Básico, por meio de problemas.	CP	C	NO	D	DT	
25- Pretendo continuar o trabalho com temáticas nas minhas futuras atividades pedagógicas.	CP	C	NO	D	DT	
26- Senti dificuldade na contextualização dos conteúdos.	CP	C	NO	D	DT	
27- Tenho impressão que o trabalho com temáticas poderá contribuir para estimular o interesse dos alunos.	CP	C	NO	D	DT	
28- Ao preparar atividades de um determinado conteúdo, obedeço a uma ordem hierárquica conceitual, partindo de temas mais gerais para os mais específicos.	CP	C	NO	D	DT	

Quanto ao Plano de aula/ Projeto	

29- Senti dificuldade em transpor os Problemas Temáticos para um possível contexto escolar.	CP	C	NO	D	DT	
30- Acredito que a formulação de um plano de aula/projeto para o Ensino Básico contribuiu significativamente para a minha formação profissional.	CP	C	NO	D	DT	
31- Para a elaboração do plano de aula/projeto segui um roteiro proposto em livros didáticos.	CP	C	NO	D	DT	
32- Consultei vários materiais e elaborei uma proposta didática própria.	CP	C	NO	D	DT	
33- Procurei elaborar uma proposta didática privilegiando contribuições de outras disciplinas, priorizando a interdisciplinaridade e a contextualização.	CP	C	NO	D	DT	
34- Elaborei uma proposta didática centrada nos alunos.	CP	C	NO	D	DT	
35- Ao planejar não consigo romper com alguns critérios de ordem, organização e disciplina tradicional.	CP	C	NO	D	DT	
36- Materiais de jornais, sites e revistas que priorizam contextos reais, me parece uma boa alternativa para projetar propostas didáticas.	CP	C	NO	D	DT	
37- Senti dificuldades em elaborar propostas a partir de assuntos cotidianos.	CP	C	NO	D	DT	

Autoavaliação						
38- As atividades motivaram-me para a elaboração dos Problemas Temáticos.	CP	C	NO	D	DT	
39- Acredito que desperdicei o tempo dedicado ao trabalho sobre Problemas Temáticos.	CP	C	NO	D	DT	

40- Tenho a impressão que a cada atividade aprendi novos conhecimentos.	CP	C	NO	D	DT	
41- Colaborei com o grupo, assumindo de forma responsável a elaboração dos Problemas Temáticos, bem como do plano/projeto de aula.	CP	C	NO	D	DT	

ANEXO A- TERMO DE CONSENTIMENTO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO AOS ESTUDANTES
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PPG EDUCAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Título do projeto: Abordagem de temáticas por meio de Resolução de Problemas: Intervenções didáticas com licenciandos em química.
Pesquisador responsável: Mara Elisa Fortes Braibante
Instituição/Departamento: Universidade Federal de Santa Maria/Departamento de Química
Telefone para contato: (55) 3220-8762
Pesquisadores participantes: Édila Rosane Alves da Silva

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) em uma pesquisa. **Sua participação será consentida por este termo, que será assinado em duas vias, uma ficará de posse do participante e outra via de posse do pesquisador.**

Antes de concordar em participar, é importante que você entenda as informações e instruções contidas neste documento. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir, caso aceite participar do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Caso você se recuse a participar, não será penalizado de forma alguma.

Através desta pesquisa: “Abordagem de temáticas por meio de Resolução de Problemas: Intervenções didáticas com licenciandos em química”, pretende-se avaliar as contribuições para a relação ensino e aprendizagem na disciplina de Química, especificamente, a partir das percepções e concepções iniciais dos participantes, nos quais você estará incluído.

No início da pesquisa será aplicado um questionário inicial geral, a fim de verificar as opiniões dos acadêmicos em relação: a disciplina de Química Analítica Quantitativa Experimental, as Práticas Educativas (PEDs) desenvolvidas ao longo da formação inicial, a metodologia de resolução de problemas e ao trabalho com temáticas no ensino.
E ao final de todas as intervenções com os estudantes, será aplicado outro questionário geral final, averiguar as opiniões dos acadêmicos em relação ao desempenho das Práticas Educativas junto as aulas de Química Analítica Quantitativa Experimental, utilizando a metodologia de Resolução de Problemas articulada a temáticas. Com isso, pretende-se analisar aspectos relacionados à construção do conhecimento pedagógico dos licenciandos, além de melhorar a qualidade do ensino na área do conhecimento.

Riscos: Esta pesquisa implica em riscos mínimos, talvez certa fadiga durante o preenchimento dos questionários ou realização das atividades. Para as atividades experimentais, caso haja, você e os participantes terão orientação, acompanhamento e itens de segurança necessários. Assegura-se aos participantes, que as substâncias químicas que serão utilizadas nos experimentos terão concentração diminuída, ou seja, os experimentos serão executados com soluções diluídas, evitando os riscos. Os experimentos serão realizados todos na presença do professor pesquisador.

Benefícios: Ao fazer parte das etapas desta pesquisa, você estará inserido em um contexto que favorece a relação dos conhecimentos pedagógicos e químicos, necessários para sua futura atuação profissional, bem como receberá orientações com relação a metodologia de Resolução de Problemas articulada a enfoques temáticos e conteúdos químicos, com o intuito de favorecer seu aprendizado de Química e sua formação profissional, ao mesmo tempo abordar questões relacionadas à ciência, tecnologia, sociedade, e ambiente, num contexto de ser um sujeito ativo na tomada de decisão, quando a abordagem envolver questões sociocientíficas.

É assegurado o sigilo com relação aos seus dados e às informações coletadas nos questionários. Também é assegurada para você a opção de retirar este consentimento a qualquer momento, sem qualquer prejuízo.

As informações coletadas serão utilizadas única e exclusivamente para a execução deste projeto. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas na sala 2120, prédio 18, no Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por um período de cinco anos, sob a responsabilidade dos pesquisadores. Após este período, os dados serão destruídos.

Você poderá solicitar informações ou esclarecimentos sobre o andamento da pesquisa em qualquer momento com o professor/pesquisador responsável.

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar deste estudo, como sujeito. Fui suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Abordagem de temáticas por meio de Resolução de Problemas: Intervenções didáticas com licenciandos em química”.

Eu discuti com a mestranda Édila Rosane Alves da Silva sobre minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades.

_____
Local e data

_____
Nome e assinatura do sujeito

_____
Nome e assinatura do responsável pelo sujeito menor de 18 anos.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representante legal para a participação neste estudo.

Santa Maria, ____ de _____ de 2019.

Pesquisador responsável

ANEXO B- O ENSINO DE QUÍMICA ATRAVÉS DE TEMÁTICAS: CONTRIBUIÇÕES DO LAEQUI PARA A ÁREA.

Artigo Original *DOI:10.5902/2179460X16226*

Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial II, 2014, p. 819-826
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM
ISSN impressa: 0100-8307 ISSN on-line: 2179-460X

O Ensino de Química através de temáticas: contribuições do LAEQUI para a área

The Chemistry Teaching through thematic: LAEQUI contributions to the area

Mara Elisa Fortes Braibante*[1,2], Maurícius Selvero Pazinato[2]

Departamento de Química, UFSM Santa Maria, Brasil

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, UFSM Santa Maria, Brasil

Resumo

O Laboratório de Ensino de Química (LAEQUI) é um grupo de pesquisa da área de ensino de Química da UFSM. Um dos principais objetivos do grupo é contribuir para melhorias na educação em Química nos níveis básico e superior. Neste trabalho é apresentada uma breve fundamentação teórica sobre a utilização de temáticas no ensino bem como algumas pesquisas desenvolvidas pelo LAEQUI. Ainda são discutidas as implicações destas pesquisas na aprendizagem dos estudantes do ensino médio e as propostas metodológicas utilizadas, além das contribuições do grupo para a área de ensino de Química. Ao final deste artigo são realizadas algumas considerações sobre a abordagem temática na educação química, alertando para a necessidade de se avançar para uma contextualização mais problematizadora e condizente com o seu verdadeiro sentido.

***Palavras-chave**: LAEQUI, grupo de pesquisa, temáticas, Ensino de Química.*

Abstract

The Laboratório de Ensino de Química (LAEQUI) is a research group in the area Teaching Chemistry of UFSM. One of the main objectives of the group is contribute to improvements in education in Chemistry in basic and higher levels. In this work a brief theoretical foundation on the use of the thematic in teaching is presented as well as some research developed by LAEQUI. Yet are discussed the implications of research on learning of high school students and methodological approaches used, addition of group contributions to the area of Teaching Chemistry. At the end of this article some considerations are made about the thematic approach in chemical education, warning to need to move towards a more problem contextualization and consistent with your true feeling.

***Keywords**: LAEQUI, research group, thematic, Teaching Chemistry.*

* maraefb@gmail.com

Recebido: 15/01/2014 Aceito: 15/01/2014

Introdução

O Laboratório de Ensino de Química (LAEQUI) está alocado no Departamento de Química do

Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e tem como principal objetivo contribuir para melhorias no ensino de Química da educação básica e superior. O grupo é composto por professores de Química da UFSM com formações diferentes, acadêmicos dos cursos de Química licenciatura (bolsistas do Programa Institucional de Iniciação a Docência – PIBID) e Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, além de professores da educação básica de ensino.

O LAEQUI vem atuando na área de ensino de Química há muitos anos e está registrado na plataforma do Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) como grupo de pesquisa desde o ano de 2008. Durante este período foram desenvolvidos trabalhos nas seguintes linhas de pesquisa: produção de material didático para o ensino médio, análise de livros didáticos, formação inicial e continuada de professores, divulgação científica e diversas pesquisas acerca das concepções dos estudantes sobre conceitos químicos e temáticas.

Uma das alternativas que o grupo vem utilizando para contextualizar os conteúdos de Química e relacioná-los com o cotidiano é o ensino dessa disciplina através de temáticas. A abordagem de temáticas no ensino de Química visa favorecer o processo de ensino e aprendizagem e contribuir para a formação do caráter cidadão dos alunos. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo apresentar algumas pesquisas desenvolvidas pelo LAEQUI a partir de temáticas, suas implicações na aprendizagem dos estudantes do ensino médio e as contribuições do grupo para a área de ensino de Química.

Fundamentação teórica

Um dos principais documentos norteadores da educação básica brasileira é os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Apesar de sua primeira edição ter sido concebida no fim da década de noventa, este documento ainda orienta a atuação de professores e serve como referencial teórico para muitos pesquisadores. Os PCNs sugerem que os professores desenvolvam os conteúdos de suas disciplinas utilizando temas transversais, que foram eleitos por envolverem problemáticas atuais sociais e urgentes. Os temas sugeridos são: “ética”, “pluralidade cultural”, “meio ambiente”, “saúde”, “orientação sexual” e “trabalho e consumo”, contemplando os programas curriculares de todas as disciplinas, sendo os quatro últimos mais aplicáveis para o ensino das Ciências Naturais.

De acordo com os PCNs (BRASIL, 1998), os conteúdos relacionados com os temas transversais são considerados como um meio para o desenvolvimento amplo do aluno e para a sua formação como cidadão. Considera ainda que através da inserção de temas transversais o professor contempla outras áreas do conhecimento em suas aulas. Araújo (2003) afirma que as disciplinas tradicionais não conseguem mais explicar a complexidade dos fenômenos atuais estudados, sendo necessária a utilização de temáticas que ultrapassem a própria articulação entre as disciplinas, o que chama de transversalidade. Em seu livro, Temas transversais e a estratégia de projetos, Araújo ressalta que:

“A transversalidade relaciona-se a temáticas que atravessam, que perpassam, os diferentes campos do conhecimento, como se estivessem em uma outra dimensão. Tais temáticas, no entanto, devem estar atreladas à melhoria da sociedade e da humanidade e, por isso, abarcam temas e conflitos vividos pelas pessoas em seu dia a dia” (ARAÚJO, 2003, p. 28).

Em 2000, foram publicados os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) com o objetivo de fornecer alternativas didático-pedagógicas para a organização do trabalho escolar no nível médio. Posteriormente, nos anos de 2002 e 2006 vieram, respectivamente, os PCN+ Ensino Médio (Orientações Educacionais Complementares) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM). Todos esses documentos fazem menção à importância da abordagem dos conteúdos de Química associados a temas voltados para a formação social dos estudantes, além de ressaltarem a importância dessas associações para o desenvolvimento de competências nos alunos.

As competências a serem desenvolvidas no ensino de Química são: **representação e comunicação**, que envolve a leitura, interpretação e representação de códigos e nomenclaturas da Química, a busca de informações

Quadro 1- Temas estruturadores e suas abordagens.

Temas estruturadores	**Abordagens**
Reconhecimento e caracterização das transformações químicas	Permitem entender como o ser humano tem produzido materiais a partir dos recursos disponíveis na Terra e como vem modificando o seu ambiente e seus estilos e qualidade de vida.
Primeiros modelos de constituição da matéria	
Energia e transformação química	
Aspectos dinâmicos das transformações químicas	
Química e atmosfera	Enfocam os materiais extraídos e sintetizados pelo homem na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, seus processos de produção, seus usos e implicações ambientais, sociais, econômicas e políticas deles decorrentes.
Química e hidrosfera	
Química e litosfera	
Química e biosfera	

Modelos quânticos e propriedades químicas	Dá um fecho conceitual à visão física e química da estrutura da matéria.

bem como a produção e análise de textos; **investigação e compreensão** remete ao uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos relacionados com a Química; e **contextualização sociocultural** que é a utilização do conhecimento adquirido nas aulas de Química nos diferentes setores da sociedade, sua relação com aspectos políticos, econômicos, sociais, culturais e tecnológicos (BRASIL, 2002).

Para o desenvolvimento das competências acima destacadas, os PCN+ propõem a organização dos conteúdos de Química através dos temas estruturadores, que estão denominados no Quadro 1.

Além dos temas estruturadores sugeridos, é recomendado ao professor que selecione outros temas que estejam de acordo com as necessidades de sua comunidade escolar. Esses temas contextuais organizadores contribuem para que a Química seja um instrumento da formação humana, que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania (BRASIL, 2006).

Além destes documentos oficiais, o desenvolvimento dos conteúdos curriculares através de uma abordagem temática, como é proposto pelo LAEQUI, encontra embasamento teórico em trabalhos de vários pesquisadores como: Freire (1987), Snyders (1988), Santos e Schnetzler (2003), Marcondes (2008) e Delizoicov et al. (2009).

Paulo Freire, em A Pedagogia do Oprimido (1987), defende que a estruturação dos conteúdos que compõe o currículo escolar deve ser articulada com base em temas que estejam de acordo com a realidade dos alunos. Para isso, Freire propõe a investigação temática, que compreende várias etapas que envolvem toda a comunidade escolar.

A primeira etapa da investigação temática consiste em um levantamento de dados a respeito das situações vivenciadas pelos alunos e seus familiares, para que se tenha uma aproximação entre a escola e sua comunidade. Considerando os dados obtidos, na segunda etapa são escolhidas "situações" contraditórias que necessitam ser compreendidas pelos alunos e professores. A terceira etapa, círculo de investigação temática, é estudada se as "situações" levantadas na etapa anterior, realmente são significativas para a comunidade escolar, caso forem consideradas relevantes, tais situações são denominadas de "temas geradores".

É importante reenfatizar que o "tema gerador" não se encontra nos homens isolados da realidade, nem tampouco na realidade separada dos homens. Só pode ser compreendido nas relações homens-mundo. Investigar o "tema gerador" é investigar, repitamos, o pensar dos homens referido à realidade, é investigar seu atuar sobre a realidade, que é sua práxis (FREIRE, 1987, p. 56).

Na quarta etapa, denominada de redução temática, são relacionados os conhecimentos científicos que são necessários para o entendimento dos "temas geradores". Nesta perspectiva, é elaborado um programa que contempla conteúdos significativos para determinada comunidade escolar, essa escolha envolve uma equipe multidisciplinar de professores. Na redução temática o professor tem autonomia para a escolha dos conteúdos que serão desenvolvidos em suas aulas, desde que esses forneçam o suporte necessário para a visão geral do tema escolhido. Portanto, para Paulo Freire os temas de estudo são obtidos através da investigação temática.

Snyders propõe uma ruptura ao ensino básico tradicional e defende a reestruturação da escola através da organização dos conhecimentos baseados em temáticas. O autor faz questionamentos que nos remetem a uma reflexão sobre o que estaria faltando na educação dos jovens, para que apliquem em suas vidas os conteúdos que aprendem na escola e sintam-se motivados para aprender:

Por que existe um tal abismo entre o que a escola poderia ser, o que os alunos poderiam viver – e o que eles vivem na realidade? Por que o cultural não lhes dá satisfação? Por que o cultural escolar lhes dá pouca satisfação? (1988, p.15).

Com o objetivo de aproximar o ensino da realidade dos alunos, Snyders defende a exploração didática de temas significativos que envolvam contradições sociais e proporcionem a renovação dos conteúdos programáticos. Para a escolha desses temas utiliza dois critérios: o primeiro diz respeito ao que ele chama de "fascínio" dos jovens pelos aparatos tecnológicos; o segundo refere-se à necessidade de discutir o balanço benefício-malefício da produção científico-tecnológica. É perceptível, através desses critérios, uma aproximação dos temas significativos propostos por Snyders com os temas do movimento conhecido como Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS (Delizoicov et al., 2009).

O movimento CTS surgiu por volta da década de 1970, devido a um conjunto de reflexões sobre os impactos da Ciência e da tecnologia na sociedade moderna (SANTOS e SCHNETZLER, 2003). O ensino através de temas com enfoque em CTS tem por objetivo promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, contribuindo na construção de saberes, habilidades e valores necessários para atuarem de maneira responsável sobre questões relativas à Ciência e a tecnologia na sociedade. Assim, inserir a abordagem de temas CTS no ensino de Química significa ampliar o olhar sobre o papel da Ciência e da tecnologia e provocar o debate em sala de aula de questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas. Entretanto, essas discussões necessitam estar associadas à compreensão conceitual dos temas relativos a esses aspectos sociocientíficos, pois a tomada de decisão implica no entendimento de conceitos científicos relativos à temática em discussão (SANTOS, 2007).

Para Marcondes (2008) a utilização de temáticas no ensino de Química não é entendida como apenas um pretexto para a apresentação de conteúdos químicos, trata-se de abordar dados, informações e conceitos para que se possa conhecer a realidade e propor formas de intervir na sociedade. Em seu artigo "Proposições metodológicas para o ensino de Química: Oficinas Temáticas para a Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania", ainda destaca que

os temas escolhidos devem permitir, assim, o estudo da realidade. É importante que o aluno reconheça a importância da temática para si próprio e para o grupo social a que pertence. Dessa forma, irá dar uma significação ao seu aprendizado, já possuindo, certamente, conhecimentos com os quais vai analisar as situações que a temática apresenta (MARCONDES, 2008, p. 69).

Existem várias maneiras de entender uma abordagem temática. Uma delas é como um "pretexto para a abordagem de conteúdos químicos", servindo apenas para introduzir os conceitos que se deseja ensinar, ou ainda, pode ser entendida como "informação sobre o mundo físico, sobre processos produtivos socialmente importantes", desta forma tem como principal objetivo trazer conhecimentos para o aluno, deixando para uma escala pessoal a avaliação de situações e tomada de decisão. Ainda, pode ser entendida como "conhecimento da realidade, julgamento e intervenção", nesta perspectiva os temas não são tratados apenas no contexto químico, mas também do ponto de vista social, convidando o aluno a elaborar seu próprio ponto de vista a respeito da problemática e poder decidir individualmente ou em grupo (MARCONDES et al., 2007).

A construção de um currículo que adote a abordagem temática ainda é um desafio nas escolas, pois esta construção representa uma ruptura na lógica dos currículos atuais elaborados, estruturados pela abordagem conceitual, que privilegia os conteúdos escolares com base em um elenco de conceitos científicos. Diferentemente do que é proposto pelo modelo tradicional de ensino, Delizoicov et al. (2009) defendem uma concepção progressista e transformadora de educação escolar, que tem como característica a renovação dos conteúdos curriculares articulada ao trabalho com temas. A abordagem de temáticas pode auxiliar os professores a selecionar qual parte dos conhecimentos científicos precisa ser enfatizada no processo educativo. Os autores destacam que:

Trata-se, então, de articular na programação e no planejamento, temas e conceitos científicos, sendo os temas, e não os conceitos, o ponto de partida para a elaboração do programa, que deve garantir a inclusão da conceituação a que se quer chegar para a compreensão científica dos temas pelos alunos (DELIZOICOV et al., 2009, p. 273).

Assim, tendo esses pesquisadores como principais referências, o LAEQUI tem se dedicado ao estudo das implicações da inserção de temáticas no ensino. Contextualização, aplicação da Química nos fatos do dia a dia e formação de estudantes aptos cientificamente a atuar na sociedade são princípios fundamentais adotados nos trabalhos desenvolvidos pelo grupo, os quais serão apresentados e discutidos na seção seguinte deste artigo.

A pesquisa através de temáticas

O LAEQUI tem atuado em diversas linhas de pesquisa da área de ensino de Química, entretanto, tem dedicado grande parte de suas investigações a estudos relacionados com fatores que influenciam o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos no nível médio. É dentro desta perspectiva, que o grupo desenvolveu várias pesquisas utilizando temáticas e investigando suas implicações na aprendizagem dos estudantes.

Até o final do ano de 2013, foram defendidas pelo LAEQUI sete dissertações de mestrado dentro do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da UFSM, sendo previstas mais três defesas para o ano de 2014. Estas pesquisas têm como objetivo comum o desenvolvimento dos conceitos de Química a

partir de uma temática, além de investigar as concepções e a evolução do conhecimento dos sujeitos tanto em relação ao tema como também aos conteúdos químicos. O percurso metodológico é a grande diferença de cada pesquisa, pois são estudadas pelo grupo alternativas didático-pedagógicas mais adequadas a cada temática e ao público alvo. No Quadro 2 é apresentada uma breve descrição de cada dissertação.

Associadas à utilização de temáticas, foram pesquisadas as contribuições de diferentes metodologias de ensino para o ensino de Química, como: oficinas temáticas, atividades experimentais investigativas, estudo de caso, júri químico, entre outras.

As oficinas temáticas possuem a contextualização e as atividades experimentais como princípios norteadores. Estas oficinas podem ser estruturadas nos momentos pedagógicos (DELIZOICOV et al., 2009) e envolvem a escolha do tema, dos experimentos e conceitos químicos que são necessários para a compreensão do assunto. Os resultados obtidos nos trabalhos desenvolvidos pelo LAEQUI constataram que as oficinas temáticas proporcionam:

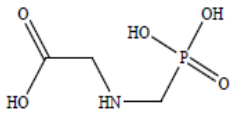
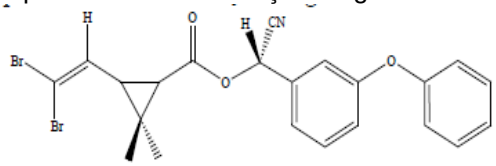
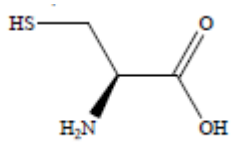
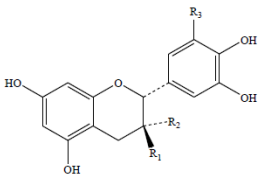
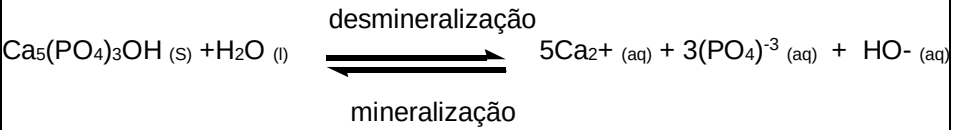
uma maior participação dos estudantes na elaboração do seu conhecimento;

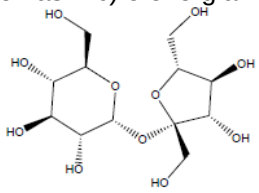
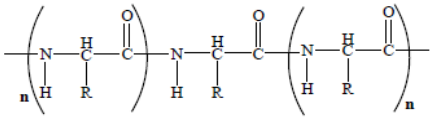
momentos de discussão e trocas entre professor e aluno e entre os próprios alunos;

aplicação dos conceitos em fatos do seu cotidiano, o que geralmente torna o processo de ensino e aprendizagem mais prazeroso e significativo para os estudantes.

As atividades experimentais compõem uma das estratégias mais importantes no ensino de Química, pois possuem um importante papel pedagógico quando bem utilizadas pelo professor. Além disso, elas tornam-se fundamentais para a compreensão da Química como Ciência em permanente construção, resultado de trabalhos e pesquisas anteriores. Sendo assim, muitos experimentos foram desenvolvidos pelo LAEQUI numa perspectiva investigativa, buscando proporcionar aos estudantes vivenciar situações como pesquisadores. Este tipo de atividade parte de um problema que deve fazer sentido para os alunos e a busca pela sua solução

Quadro 2 – Breve descrição das dissertações defendidas pelo LAEQUI.

<table>
<tr><th>Dissertação</th><th>Descrição da pesquisa</th></tr>
<tr><td>Agrotóxicos no contexto químico e social
Autoria: Janessa Aline Zappe</td><td>Os agrotóxicos são produtos químicos utilizados na agricultura para controlar pragas e são os responsáveis pelo aumento da produção agrícola. Neste trabalho foi pesquisado como as oficinas temáticas que abordam os agrotóxicos contribuem para a aprendizagem química e formação cidadã de estudantes cujas famílias têm sua principal fonte de renda baseada na agricultura. As estruturas químicas dos princípios ativos de alguns agrotóxicos, como a do glifosato (1a) e deltametrina (1b), foram abordadas para o ensino de funções orgânicas.
 
1a
 
1b</td></tr>
<tr><td>A Química da estética capilar como temática no ensino de Química e na capacitação dos profissionais da beleza
Autoria: Rita de Cassia Oliveira Köhler</td><td>Todos os procedimentos capilares envolvem a Química. A partir da problemática do alisamento foram abordados vários conteúdos de Química que foram relacionados com os compostos que compõem os fios de cabelos (por exemplo, cisteína – 2a), substâncias presentes nos alisantes e as reações químicas que ocorrem neste procedimento. Esta pesquisa foi desenvolvida com três tipos de sujeitos: licenciandos em Química, alunos do ensino médio e profissionais da beleza.
 
2a</td></tr>
<tr><td>A Química dos chás: uma temática para o ensino de Química Orgânica
Autoria: Denise da Silva</td><td>O chá é uma das bebidas mais consumidas do mundo. As suas propriedades medicinais devem-se pela presença em sua composição química de compostos biologicamente ativos como: flavonoides, catequinas (3a), polifenóis, alcalóides e vitaminas. Neste trabalho, a temática chás foi utilizada para o ensino de Química orgânica na Educação de Jovens e Adultos (EJA).
 
<table><tr><th></th><th>R1</th><th>R2</th><th>R3</th></tr><tr><td>(+)-Catequina</td><td>OH</td><td>H</td><td>H</td></tr><tr><td>(-)-Epigalocatequina</td><td>H</td><td>OH</td><td>OH</td></tr><tr><td>(-)-Epigalocatequina galato</td><td>H</td><td>galato</td><td>OH</td></tr><tr><td>(-)-Epicatequina</td><td>H</td><td>OH</td><td>H</td></tr><tr><td>(-)-Epicatequina</td><td>H</td><td>galato</td><td>H</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Saúde bucal como temática para um ensino de Química contextualizado
Autoria: Marcele Cantarelli Trevisan</td><td>Este trabalho foi desenvolvido com uma turma da 2ª série do ensino médio, no qual foram abordados os seguintes assuntos: evolução da saúde bucal, composição química dos cremes dentais, anatomia do dente e as reações mineralização e desmineralização. Quando alterado o equilíbrio químico ocorre a deterioração do esmalte do dente e formação da cárie.
 
$Ca_5(PO_4)_3OH_{(S)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons 5Ca^{2+}_{(aq)} + 3(PO_4)^{-3}_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$
desmineralização
mineralização</td></tr>
</table>

Alimentos: uma temática geradora do conhecimento químico *Autoria: Maurícius Selvero Pazinato*	Do ponto de vista da Química, os alimentos são formados principalmente carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N), sendo constituídos de nutrientes. Consideramos para o desenvolvimento das oficinas temáticas e elaboração de um estudo de caso as diferentes funções dos nutrientes para o nosso organismo, químicas (por exemplo, sacarose -4a e unidade estrutural das proteínas- 4b) e energia  4a  4b
A temática atmosfera como ferramenta para o ensino de Química *Autoria: Ediane Machado Wollmann*	A partir do tema estruturador "Química e atmosfera" foram elaboradas e aplicadas oficinas temáticas em uma turma da 2ª série do ensino médio, utilizando a metodologia da problematização do arco de Charlez Maguerez. Tópicos como composição química do ar, ciclos biogeoquímicos, energia e ambiente, além dos principais poluentes como monóxido de carbono (CO), óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3), óxidos de nitrogênio (NO e NO_2) entre outros foram abordados.
A abordagem do modelo atômico de Bohr através de atividades experimentais e de modelagem *Autoria: Giovanna Stefanello Silva*	Com o propósito de auxiliar os estudantes da 1ª série do ensino médio na construção, visualização e aplicação dos conhecimentos que envolvem o átomo, em específico o modelo de Bohr, foram desenvolvidas diferentes atividades experimentais e de modelagem. Neste trabalho, conceitos abstratos da Química foram abordados associados a fatos do cotidiano como as cores dos objetos, emissão de luz pelas "pulseiras luminosas" distribuídas em festas, as cores resultantes dos fogos de artifícios, além dos fenômenos de luminescência (fluorescência, fosforescência, quimiluminescência e bioluminescência).

deve ser experimentalmente através da comparação dos dados obtidos, formulação de hipóteses e por fim, elaboração das conclusões.

O estudo de casos é uma metodologia que tem origem no método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Nesta metodologia os estudantes têm a oportunidade de direcionar sua aprendizagem e investigar aspectos sociocientíficos presentes em situações reais ou simuladas (SÁ e QUEIROZ, 2009). Os casos elaborados pelo LAEQUI apresentam as características recomendadas por Herreid (1998) para um bom caso, que são:

narrar uma história;

ser atual;

ser relevante ao leitor e despertar o interesse pela questão;

incluir citações (trechos de falas e relatos);

forçar a uma decisão;

provocar conflito;

ter utilidade pedagógica;

produzir empatia com os personagens centrais;

ser curto.

Por meio da aplicação de estudos de casos em pesquisas desenvolvidas pelo LAEQUI percebeu-se o desenvolvimento nos estudantes de habilidades como interpretação de problemas e investigação de soluções, auxiliando-os na capacidade de tomada de decisões embasadas nos conceitos de Química.

O lúdico também é considerado um agente motivador da aprendizagem e o Júri químico por apresentar regras que devem ser seguidas é classificado como um jogo. O Júri químico é uma estratégia que

consiste basicamente em dividir a turma em dois grupos: um a favor e outro contra determinado assunto. Os integrantes do grupo que utilizarem os melhores argumentos e fundamentarem cientificamente suas ideias, convencendo o juiz, vencem o desafio. O Júri químico proporciona o trabalho em grupo, a capacidade de tomar decisões e resolver problemas, capacidade de investigação na busca de soluções para os problemas, capacidade de argumentação e comunicação oral. Além disso, possibilita a aplicação dos conteúdos em situações diferenciadas e singulares, o que pode instigar a curiosidade e promover a aprendizagem.

Em relação às contribuições para área de ensino de Química, o LAEQUI vem participando de diversos eventos (encontros, congressos, reuniões e simpósios) publicando trabalhos completos ou na forma de resumos. Também tem apresentado trabalhos em seções coordenadas, minicursos, mesas redondas, palestras e comunicações orais. Além disso, o grupo tem vários artigos publicados e aceitos para publicação em revistas indexadas e de impacto na área. Alguns destes artigos estão relacionados com temáticas que o grupo já trabalhou em dissertações ou trabalhos de conclusão de curso, tais como: alimentos (BRAIBANTE et al., 2010), chás (SILVA et al., 2011), agrotóxicos (BRAIBANTE e ZAPPE, 2012), medicamentos (PAZINATO et al., 2012), cana-de-açúcar (BRAIBANTE et al., 2013) e entre outros.

Ainda, o LAEQUI tem se preocupado com o fomento de materiais paradidáticos para o ensino de Química e divulgação da Ciência, tendo produzido o livro Retroprojetor como bancada de laboratório de Química (2010) e a Agenda temática comemorativa ao Ano Internacional da Química (2011). E, em 2013, conta com um capítulo sobre educação ambiental publicado no livro “Meio Ambiente: A importância da interdisciplinaridade na formação de um novo profissional”. Com o propósito de dar uma visão geral das produções do grupo, na Tabela 1 encontra-se o número de publicações do LAEQUI nos últimos cinco anos (2009-2013).

Tabela 1- Produção acadêmica do LAEQUI (20092013).

	Trabalhos		Artigos	Livro	Capítulo de livro
	Resumo	Completo			
Número	**39**	**31**	**11***	**1**	**1**

*7 publicados e 4 aceitos.

Os dados da Tabela 1 mostram uma expressiva contribuição do LAEQUI para a área de ensino de Química nos últimos cinco anos, bem como sua consolidação como grupo de pesquisa.

Considerações e perspectivas

A qualidade do ensino de Química está intimamente associada ao desenvolvimento de pesquisas nessa área. Desta forma, torna-se cada vez mais importante a atuação de grupos que investiguem os problemas relacionados com a educação química nos níveis básico e superior.

O LAEQUI tem atuado juntamente com as escolas de ensino médio e dentro da UFSM buscando contribuições para o ensino de Química, o que tem fomentado as pesquisas desenvolvidas pelo grupo. Conforme relatado neste trabalho, uma das alternativas encontradas foi a utilização de temáticas. Ainda que muito se comente da necessidade do desenvolvimento da Química associada a aspectos do cotidiano, esta ainda não é uma realidade predominante na educação em Química na maioria das escolas e universidades. Observa-se ações isoladas que não se tornam práticas prolongadas dentro das instituições de ensino. Outro ponto que deve ser ressaltado da abordagem temática dos conteúdos de Química é a necessidade de avançar para uma contextualização mais problematizadora e condizente com o verdadeiro significado de contextualizar (WARTHA et al., 2013; SILVA e MARCONDES, 2010). Não basta somente a relação superficial com o tema, é necessário ir além e partir de temáticas e propostas metodológicas que estejam em consonância com a realidade e anseios atuais de um ensino que forme cidadãos aptos cientificamente a atuar e opinar. Sabe-se que o caminho a percorrer é longo, passando por investimentos governamentais e formação de qualidade para os docentes, entretanto, as pesquisas desenvolvidas pelo LAEQUI até o momento podem auxiliar neste percurso.

Por fim, embora a área de Ensino de Química não seja uma linha de pesquisa tradicional no Departamento de Química da UFSM, o LAEQUI vem se consolidando nesta área. O grupo vem atuando

na formação inicial e continuada de professores, bem como na formação de mestres e doutores na área de ensino de Química, tornando-se conhecido através da participação em vários eventos de nível internacional, nacional, estadual e regional divulgando suas investigações no ensino de Química através de temáticas.

Referências

ARAÚJO, U. F. **Temas transversais e a estratégia de projetos**. São Paulo: Editora Moderna, 2003.

BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S.; PAZINATO, M. S.; TREVISAN, M. C. Construindo um calorímetro de água para a contextualização do ensino de Química utilizando a temática "Alimentos". **Revista Brasileira de Ensino de Química**, Campinas, v. 5, n. 1/2, p. 123-131, 2010.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; ROCHA, T. R. da; FRIEDRICH, L. da S.; NARDY, F. C. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. **Revista Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de

Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ciências Naturais. Brasília, 1998.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio:** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretária de Ensino Básico. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. v. 2. Brasília, 2006.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências:** Fundamentos e métodos. 3. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2009.

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

HERREID, C. F. **What makes a good case?** Journal of College Science Teaching, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

MARCONDES, M. E. R. **Proposições metodológicas para o Ensino de Química**: Oficinas Temáticas para a Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania. Revista Em extensão, Uberlândia, v. 7, 2008.

MARCONDES, M. E. R.; SILVA, E. L.; TORRALBO, D.; AKAHOSHI, L. H.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; MARTORANO, S. A.; SOUZA; F. L. **Oficinas temáticas no Ensino Público:** formação continuada de professores. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.;

BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 21-25, 2012.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no Ensino de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2009.

SANTOS, W. L. P. dos. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. Revista Ciência & Ensino, Campinas, v. 1, n. especial, nov., 2007.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação Química**: compromisso com a cidadania. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

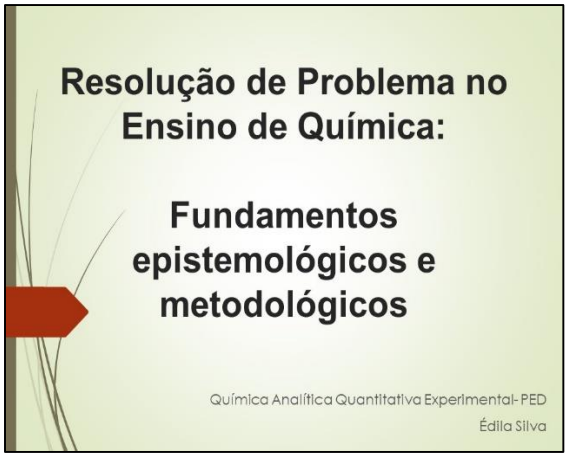
SILVA, D. da; BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S. Chás: uma temática para o ensino de grupo funcionais. Revista Experiências em Ensino de Ciências, v. 6, p. 86-95, 2011.

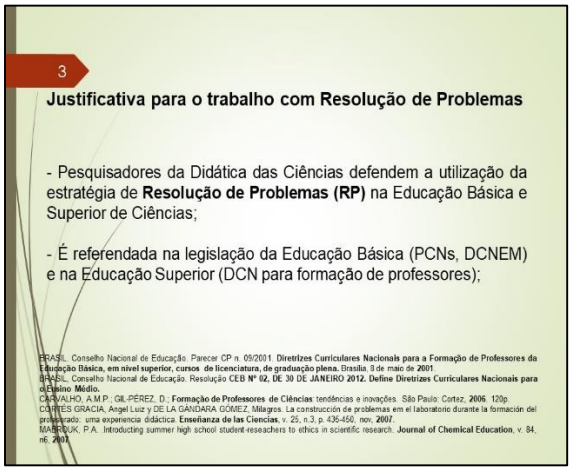
SILVA, E. L. D.; MARCONDES, M. E. R. **Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciência, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 101-118, 2010.

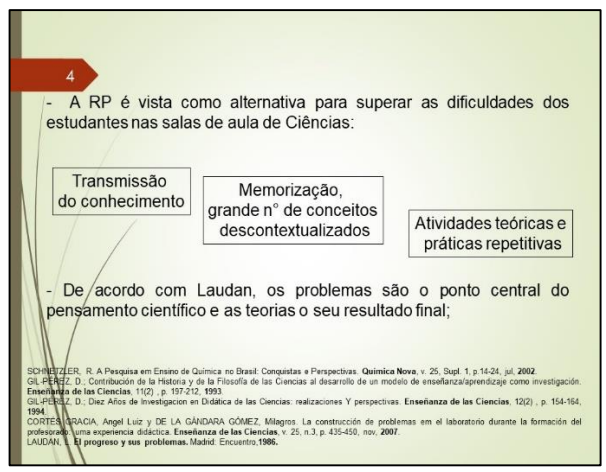
SNYDERS, G. **A alegria na Escola**. Tradução de Bertha Halpern Guzoivitz e Maria Cristina Caponero. São Paulo: Editora Manole, 1988.

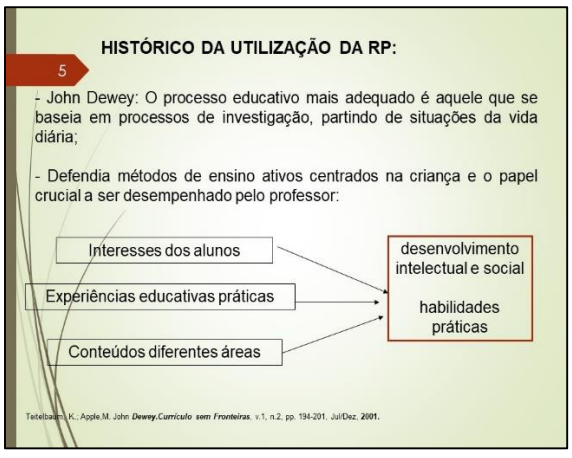
WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. da; BEJARANO, N. R. R. **Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química**. Química Nova na Escola, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

ANEXO C- APRESENTAÇÃO SOBRE A METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS









7

-**Final dos anos 60**: Primeiro relato do uso da *Problem Based Learning* (PBL) na Escola de medicina da Universidade de McMaster, Ontário, Canadá;

-**Atualmente no Brasil: PBL ou Estudo de Caso**

USP: duas disciplinas da licenciatura em Ciências da Natureza;

UFSCar: GPEQ – algumas disciplinas do Curso de Química Bacharelado;

UFRGS:
*AEQ: implementação de um projeto curricular de ciências para a 8ª série, onde a RP foi uma das estratégias utilizadas;

*FACED: utilização de atividades experimentais de química a partir da RP (formação inicial e formação continuada de professores);

SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L.; **Estudos de caso no ensino de química.** Campinas, SP: Átomo, **2009**. 95p.
SILVA, D.R.; DEL PINO, J.C. Algunas reflexiones sobre la relación entre el uso de resolución de problemas como estrategia metodológica para la enseñanza de ciencias en la educación primaria y los cambios de comportamiento del grupo en estudio. **Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien**. V.6, n. 2, p. 232-246, ago. **2009**
LEITE, S.B.; **Estudo sobre polímeros através de resolução de problemas.** Porto alegre: UFRGS, 2009. Monografia (Graduação) – Instituto de

8

ALGUMAS DEFINIÇÕES:

- Os princípios da estratégia de RP convergem ao estilo defendido pela comunidade internacional para o ensino e a aprendizagem das ciências:

INVESTIGAÇÃO DIRIGIDA
"INQUIRY"

GIL-PÉREZ, D.; Diez Años de Investigacion en Didáctica de las Ciencias: realizaciones Y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, 12(2) , p. 154-164, **1994**.
HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent N. Laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v.88, n.1, p. 28-54, **2004**.
CORTES GRACIA, Angel Luiz y DE LA GÁNDARA GÓMEZ, Milagros. La construcción de problemas em el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 25, n.3, p. 435-450, nov. **2007**.

9

INVESTIGAÇÃO DIRIGIDA *"INQUIRY"* → construção conhecimento → **RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

abordam

Por meio ←
- Atividades multifacetadas: pequenas investigações práticas, saídas de campo, exercícios de lápis e papel; pesquisas teóricas.
- Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e outras temáticas com os conteúdos curriculares;

GIL-PÉREZ, D.; Diez Años de Investigacion en Didáctica de las Ciencias: realizaciones Y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, 12(2) , p. 154-164, **1994**.
HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent N. Laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. **Science Education**, v.88, n.1, p. 28-54, **2004**.

10

- Um dos propósitos do uso desta estratégia é a **ativação dos conhecimentos prévios dos estudantes** sobre o problema em questão:

estudo qualitativo da situação problemática

- intervenções do professor ↔ seus conhecimentos ↔ conhecimentos dos colegas

- Compreensão do problema;
- Elaboração de hipóteses;

POZO, J.I.; CRESPO, M.Á.G.; A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J.I.; **A solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, **1998**. p. 67-102.
CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D.; **Formação de Professores de Ciências**: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, **2006**. 120p.

11

SITUAÇÕES PROBLEMÁTICAS

ATITUDE ATIVA DO ESTUDANTE

- questões e hipóteses
- observações
- proposição de explicações
- planejamentos
- coleta, análise e interpretação de dados
- compartilhamento de informações

ASPECTOS CHAVES DA ATIVIDADE CIENTÍFICA

ECHEVERRÍA, M.D.P.P.; POZO, J.I.; Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I.; **A solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, **1998**. p. 13-42.

12

- A RP tem perspectiva sócio-construtivista (Vygotsky) e dá ênfase ao engajamento social dos estudantes:

atividades em grupo
- potencializa → comunicação e a argumentação
- construção → significados compartilhados
- experimentos → reflexão: fenômeno, teoria e representação

ALUNOS: são considerados investigadores novatos

PROFESSORES: são os orientadores da investigação

VAN ZEE, E.; LAY, D. e ROBERTS, D. Fostering collaborative inquiries by prospective and practicing elementary and middle school teachers. **Science Education**, v. 87, n. 4, p. 588-612, **2003**.
VAN ZEE, E. Analysis of a student-generated inquiry discussion. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 2, p. 115-142, **2000**.

13

Definição de Problema:

Echeverría e Pozo: *"situação na qual um indivíduo ou um grupo quer ou necessita resolver e para qual não se dispõe de um caminho rápido e direto que lhe leve à solução"*

Laudan: *"situações instigantes que possibilitam a construção de concepções científicas adequadas e o desenvolvimento de atitudes científicas nos contextos das aulas de ciências"*

ECHEVERRÍA, M.D.P.P.; POZO, J.I.; Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I.; **A solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, **1998**. p. 13-42.
LAUDAN, L. **El progreso y sus problemas.** Madrid: Encuentro,**1986.**

14

EXERCÍCIO X PROBLEMA

Resolução: uso de fórmulas e algoritmos, para operacionalizar conceitos, treinar regras ou leis;

Enunciados: trazem todos os dados necessários à resolução;

≠

Resolução: é necessário reflexão e tomada de decisões, pois integra-se diversos tipos de conhecimentos e habilidades;

Enunciados: situações abertas e sugestivas, com algumas orientações que delimitam se o problema será mais ou menos aberto;

ECHEVERRÍA, M.D.P.P.; POZO, J.I.; Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I.; **A solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, **1998**. p. 13-42.
CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D.; **Formação de Professores de Ciências**: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, **2006**. 120p.

15

Objetiva:
- Chegar a uma resposta única e a uma solução aplicável na resolução de outros exercícios do mesmo tipo;

EXERCÍCIO X PROBLEMA

Objetiva:
- O desenvolvimento das atitudes inerentes à atividade científica;

- Relacionar o conhecimento científico com os fenômenos vivenciados;

- Desenvolver uma **postura ativa nos alunos** na busca de suas próprias respostas;

16

Tipos de problemas

17

Aberto-fechado: um problema aberto permite ao resolvedor chegar a várias soluções. Um problema fechado só permite uma solução.

Formal-informal: um problema formal foi previamente pensado e normalmente é apresentado com uma formulação desejada. Um problema informal não tem uma formulação escrita, é pouco claro e surge de contextos de discussões.

Curricular-não-curricular: os problemas curriculares são aqueles oriundos dos conteúdos da escola ou de tarefas escolares. Os não curriculares são aqueles que não necessitam de conteúdos estabelecidos pela escola para serem solucionados.

Livre-orientado: um problema livre é aquele que durante a resolução não é oferecido nenhum tipo de ajuda. Um problema orientado é aquele que tem assessoria, diálogo, reflexões durante a sua resolução.

18

Dado-apropriado: um problema dado é aquele do qual o estudante não participa da escolha e da sua formulação O problema apropriado é aquele que o estudante participa da sua gênese. Um problema dado pode se transformar em um apropriado, desde que haja discussão, negociação de forma que este problema vá de encontro às necessidades internas dos estudantes.

Reais-artificiais: os problemas reais são aqueles relacionados com as necessidades da sociedade. Os problemas artificiais, não estão relacionados diretamente às necessidades da sociedade, mas para responder a interesses acadêmicos, escolares, científicos ou à curiosidade especulativa.

Grupos dicotômicos apresentados por Watts (apud Lopes, 1994, p.p.32-33)

19

COMO ELABORAR UM PROBLEMA?

20

PROBLEMAS ESCOLARES

PROBLEMAS CIENTÍFICOS

PROBLEMAS COTIDIANOS

Segundo Pozo e Crespo:

"o número de situações cotidianas que apresentam problemas relacionados com o funcionamento da natureza e da tecnologia seria infindável" (p. 69)

POZO, J.I.; CRESPO, M.Á.G.; A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J.I.; **A solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, **1998**. p. 67-102.

21

PROBLEMAS ESCOLARES

Estrutura do Enunciado:

- Problema fechado;
- Problema semiaberto;
- Problema aberto;

Natureza da investigação:

- Qualitativo ou Quantitativo;
- Teórico ou Prático;
- Teórico-Prático;

POZO, J.I.; CRESPO, M.À.G.; A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J.I.; **A solução de problemas.** Porto Alegre: Artmed, **1998**. p. 67-102.

QUALITATIVO TEÓRICO-PRÁTICO

22

EXEMPLO 1: FERMENTAÇÃO

"Ao sair de casa apressadamente, Aline esqueceu meio copo de leite em cima da mesa. Neste dia chegou muito tarde, e não teve tempo de arrumar a cozinha antes de dormir. Quando acordou, notou o copo de leite em cima da mesa, e para verificar se o mesmo poderia ser consumido, colocou a ponta do dedo no leite e provou. Sentiu um gosto ácido. **O que pode ter acontecido?".**

Para ajudar Aline a entender esse problema, vamos fazer um **teste prático para tentar entender** o que aconteceu:

- **O Professor forneceu o roteiro do experimento** (que foi realizado em casa) contendo a descrição dos materiais necessários (leite tipo C, papel filme) o tempo de reação (3 dias) e o que deveria ser observado.

FECHADO

CARRER, B.L.B. **A resolução de problemas como estratégia para o estudo da química no cotidiano.** Porto alegre: UFRGS, 2008. Monografia (Graduação) - Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

ALTERNATIVA DE ENUNCIADO:

23

SEMIABERTO

Para ajudar Aline a entender o que aconteceu, **organize testes práticos e faça um levantamento sobre como ela poderia ter evitado esse problema**.

- O Professor apenas forneceu os princípios gerais necessários para a solução do problema, permitindo aos alunos a análise das diferentes formas de modelação e experimentação.

QUALITATIVO TEÓRICO-PRÁTICO

24

EXEMPLO 2: COMBUSTÃO

Em nosso dia a dia podemos observar várias combustões domésticas. Como exemplos podemos citar: a queima de madeira, do gás de cozinha, de uma vela, etc.. Até mesmo ao fazer um tradicional churrasco realizamos a queima (combustão) do carvão. A gasolina assim como o carvão gera energia e, por isso, é muito utilizada. A poluição do ar provocada pelas combustões diárias, como exemplo aquelas provocadas pelos veículos automotores, é um grave problema nos grandes centros brasileiros e do mundo todo. Um dos maiores problemas é a emissão de gases poluentes. Faça um **levantamento sobre os gases que poluem o ambiente,** como poluem e **organize estratégias laboratoriais para comprovar** as emissões de partículas poluidoras.

QUALITATIVO TEÓRICO-PRÁTICO

SEMIABERTO

GOI, M.E.L.; SANTOS, F.M.T.; Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, n.3, p.203-209, ago. **2009**.

SEMIABERTO

25

EXEMPLO 3: VÍRUS X BACTÉRIAS

QUALITATIVO TEÓRICO

No ano passado (2009) uma enfermidade que atingiu o mundo inteiro foi a Gripe A. Foi desenvolvida uma vacina e boa parte da população brasileira, grupos de risco, foi imunizada. Neste ano a superbactéria avança pelo país e já causou mortes em alguns hospitais. O uso abusivo dos antibióticos é um dos fatores que mais contribuem para a proliferação dos micro-organismos multirresistentes (superbactérias). Pesquise como os vírus e as bactérias atuam no corpo humano. As superbactérias podem ser combatidas? Explique como as vacinas imunizam as pessoas de algumas doenças.

Problema adaptado do elaborado no minicurso- EDEQ-PUC-2010. Elaboração a partir de reportagens de jornais e revistas.

26

- Atividades experimentais ou exercícios tradicionais podem ser convertido em um problema mais ou menos aberto, assim como podem ser adaptados para diferentes níveis de ensino com algumas modificações em seu enunciado:

* retirar os procedimentos e substituí-los pela formulação do problema que se quer resolver;

* deixar a critério dos alunos os reagentes e as práticas;

* pode ser acrescido de questionamentos que amplie ao estudo de **diferentes conteúdos de outras áreas de conhecimento;**

- Sites que disponibilizam casos para o ensino de Ciências: Universidade de Delaware, Universidade de Búfalo, UFSCar;

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D.; **Formação de Professores de Ciências**: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, **2006**. 120p.
SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L.; **Estudos de caso no ensino de química.** Campinas, SP: Átomo, **2009**. 95p.

27

Enunciado habitualmente utilizado	Enunciado transformado
Que volume de argônio a 1,0 atm se deve introduzir em um recipiente fechado de 210 cm^3 para que dê uma pressão de 1,3 mmHg (T constante)?	O **argônio** é usado em lâmpadas **incandescentes para** reduzir a vaporização do filamento. Explique este efeito e **calcule o volume** de argônio que se deve acrescentar a um bulbo para que dê uma pressão determinada.

Quais as suas características?

Funcionamento de uma lâmpada.

Relação teoria e cálculos. (variação de valores, tendo que buscar que a T é cte).

Cuidados no descarte das lâmpadas;

Utilização de LEDs;

GOI, M.E.J.; **A Construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas.** Canoas: ULBRA, 2004. 151. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em ensino de ciências e matemática, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, **2004**.
MARTINEZ, V. R; **La resolucion de problemas de química como investigacion: Una propuesta didactica basada en el cambio metodologico**. Vasco: 1991. (Tese de Doutorado em Ensino de Química), Universidad del Pais Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea, 1991.

28

Problemas

1 – Como colocar um pedaço de papel dentro do copo de vidro e mergulhar o copo com a boca na água sem molhar o papel?
2 - O que acontecerá quando mergulhar o copo descartável furado com a boca na água?

Material utilizado: copos descartáveis (furados no centro), copos de vidro, papel ofício, bacias cheias de água.

Abreu, T.; Bejarano, N.; Hohenfeld, D.; O conhecimento físico na formação de professores do ensino fundamental I. **Investigações em Ensino de Ciências**–V18(1), pp. 23-42, **2013**

O problema do copo: (conceitos físicos para ensino fundamental):

29

Objetivo: discutir a existência do ar e do espaço ocupado por ele.

Segundo Carvalho et al. (1998), essa atividade é importante porque: [...] muitos alunos concebem a existência do ar exclusivamente quando ele se encontra em movimento.
Contrariando tal hipótese, o ar aparece nesta atividade como matéria preenchendo um espaço que parece vazio (Carvalho, 1998, p. 58).

Tradicionalmente "O problema do copo" costuma ser introduzido em sala de aula, para demonstrar às crianças que o ar existe e ocupa lugar no espaço.

Numa proposta de **ensino investigativo**, o diferencial é modificar a atividade demonstrativa, transformando-a em um problema que os estudantes terão de resolver. E, através dessa modificação, permitir que as próprias crianças concluam que o ar existe e ocupa um lugar no espaço, através das discussões e das relações com demais exemplares;

30

PAPEL DO PROFESSOR:

- Saber argumentar de forma clara sobre o problema em questão, estabelecendo relações para que os alunos possam compreendê-lo;

- **Orientar a investigação**, auxiliando no acesso a outras fontes de conhecimento;

- Discutir os dados obtidos interligando-os com as hipóteses levantadas, para verificar se a tarefa foi efetivamente realizada e quais os caminhos utilizados;

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D.; **Formação de Professores de Ciências**: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, **2006**. 120p.
SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L.; **Estudos de caso no ensino de química.** Campinas, SP: Átomo, **2009**. 96p.

31

A sequência de organização do trabalho

1- Organização conceitual para a atividade.
2- Organização do trabalho, proposição dos problemas e estruturação da atividade prática
3- Execução da atividade prática
4- Socialização das estratégias elaboradas
5- Análise e comparação das diferentes soluções propostas
6- Entrega de relatório descritivo.
7- Aplicação do pós-diagnóstico.

32

DÚVIDAS????

- Como orientar a Resolução de Problemas em sala de aula?

- Quanto tempo é necessário para cada atividade?

- Quais os resultados já alcançados?

- Qual o melhor tipo de problema?

33

- O termo droga pode levar a diversas interpretações, mas geralmente sugere a ideia de uma substância censurada, ilegal e de uso prejudicial ao ser humano, adulterando suas funções, as percepções, o temperamento e a conduta. Neste sentido, droga pode ser definida como "qualquer substância química ou natural, sólida, líquida ou gasosa que, ao ser usada pelo indivíduo, altera seu estado de consciência" (CONCEIÇÃO, 2005, p. 2). **Pesquise quais as drogas, lícitas e ilícitas mais utilizadas entre os jovens de Caçapava do Sul/RS. Considerando a respostas da questão anterior, cite os efeitos das drogas no organismo humano e como elas agem?**

34

- A história relata uma longa trajetória das substâncias psicotrópicas. "Dentre elas podemos citar o vinho, encontrado em jarros de cerâmica no norte do Irã e datados de 5400-5000 a.C, o que é considerado a mais antiga evidência de produção de bebida alcoólica" (SCOTTON, S.C, 2012, p. 17). **Quais as maneiras de produção alcoólica? Você poderia demonstrar experimentalmente o processo de fabricação de álcool?**

35

Uma das substâncias lícitas mais utilizadas pela população mundial e que pode ser considerada uma droga são as bebidas alcoólicas. Essas substâncias quando ingeridas em grandes quantidades, causam diversos problemas à saúde e a sociedade. Pesquisas demonstram que o consumo de bebidas alcoólicas é maior entre homens e adolescentes e que muitas dessas pessoas costumam dirigir após ingerir essas substâncias (BRASIL, 2007). Uma das medidas adotadas para redução dos índices de alcoolismo ao volante foi à promulgação da Lei Seca no ano de 2008, porém para ser comprovada é necessário a submissão do condutor a exame de sangue ou teste do bafômetro. **Diante disso, pesquise como funciona o bafômetro. Proponha uma ferramenta que desempenhe a mesma utilidade e demonstre cada um dos processos experimentalmente.**

36

- A legislação brasileira restringe a venda de vários medicamentos sem prescrição médica. Isso se deve ao fato de que muitos dos medicamentos legalmente comercializados, também são substâncias psicotrópicas, que consumidas sem prescrição médica, em altas doses e misturadas ao álcool, produzem efeitos tão devastadores quanto às drogas ilícitas, podendo inclusive levar à morte. **Quais os tipos de medicamentos, considerados drogas psicotrópicas, são mais utilizados pela população e quais são os efeitos causados no ser humano, quando administrados em altas doses?**

37

- Outra droga muito consumida mundialmente é o cigarro. Ele é responsável por inúmeras enfermidades que vão desde problemas pulmonares, cardíacos, do trato digestivo até problemas relacionados com o envelhecimento precoce da pele. a). **Quais são os principais compostos químicos do cigarro e quais suas implicações no organismo. Demonstre experimentalmente os efeitos do consumo de cigarro no pulmão, utilizando materiais de baixo custo.**
- O cigarro industrializado possui um filtro, cuja finalidade é minimizar a quantidade de substâncias nocivas aos usuários. b) **Do que é feito esse filtro? E quais substâncias químicas o compõem?** A maconha, comercializada legalmente em alguns países, inclusive no nosso vizinho Uruguai, também é utilizada no formato de cigarro e não possui filtro, **se possuísse filtro, seus efeitos também seriam minimizados? Como?**

38

- Como já vimos, existem várias classificações para as drogas e diversas formas como elas podem ser introduzidas no corpo das pessoas. Independente da forma como ingresse no corpo, a droga sempre termina na corrente sanguínea. "As moléculas da droga circulam e viajam para todos por órgãos, atravessando-os, alcançando também todos os fluídos e tecidos do corpo, onde pode não ser assimilada ou ser assimilada e transformada" (CONCEIÇÃO, 2005, p. 2). Sabemos também, que a partir do egresso das drogas em nosso organismo, diversos problemas de saúde são causados, entre eles o aumento da frequência cardíaca, o aumento da pressão arterial e o aumento da temperatura corporal. **Explique o que são e como ocorre cada um desses problemas decorrentes do uso de drogas.**

39

- Muitos atletas, jogadores de futebol e praticantes de outros esportes, abusam de substâncias ou drogas que são usadas para melhorar seu desempenho. As principais substâncias usadas por esportistas são os estimuladores, geralmente anfetaminas, usadas para melhorar o desempenho físico e a cocaína que é um estimulante do Sistema Nervoso Central. O consumo de drogas por parte dos atletas também inclui outras substâncias não são psicoativas, como diuréticos, anabólicos, etc. "Uma das principais drogas usadas por atletas são os esteroides, substância conhecida por aumentar consideravelmente a musculatura do corpo, quando associadas a exercícios físicos" (CONCEIÇÃO, 2015, p. 1). **Pesquise o que são esteroides, quais as principais classes de esteroides, a qual grupo funcional está associado, e as causas biológicas do uso excessivo destas sustâncias no organismo.**

40

- O "*doping*" consiste no consumo de uma substância com a finalidade de aumentar artificialmente o rendimento do sujeito na competição esportiva (CONCEIÇÃO, 2015, p. 2).
- As substâncias consumidas por atletas, geralmente não são as drogas tradicionais que temos estudado. Muitas delas nem mesmo se encaixariam no conceito de droga tal como o definimos, porque não atuam diretamente no sistema nervoso central, mas agem modificando as condições físicas do atleta, melhorando seu desempenho. Entretanto, são consideradas drogas por que geram dependência e que seu consumo tem o objetivo modificar a conduta. "O critério prático e objetivo consiste em considerar que existe dopagem quando a substância administrada está incluída na lista de substâncias proibidas dos organismos desportivos internacionais" (CONCEIÇÃO, 2015, p. 2). **Quais são as substâncias incluídas nesta listagem? Escolha três delas e indique os efeitos biológicos de cada uma sobre o organismo.**

41

- As drogas de natureza lícitas mais utilizadas pela população são o álcool e o tabaco, que juntas partilham um estável mercado econômico no nosso país. Estas substâncias acarretam a arrecadação de muitos impostos no Brasil, além de proporcionar emprego para grande número de pessoas. Assim, é compreensível que a tentativa por reduzir o consumo de álcool e tabaco provoque os protestos das pessoas que tem interesses financeiros com a venda e o uso dessas drogas. **Neste sentido, pesquise qual foi o faturamento econômico do país, proporcionado pela venda de cigarros e bebidas no último ano e os represente graficamente.**

ANEXO D- DETECTORES DE GASES TÓXICOS

Detectores de gases tóxicos
O que é a pesquisa?
A capacidade de detectar certos gases no ar de maneira automática e confiável é crucial tanto na indústria quanto dentro de casa. Um sensor capaz de detectar a presença de altos níveis de monóxido de carbono (CO), gás liberado durante incêndios, pode soar um alarme e salvar vidas. O desenvolvimento de sensores mais sensíveis, baratos e capazes de detectar diferentes tipos de gases é, portanto, uma tarefa importante e uma área de intensa atividade científica e tecnológica.
Existem diferentes técnicas utilizadas para detectar gases no ar. Uma delas envolve o uso de óxidos semicondutores, materiais que conduzem eletricidade em certas condições e que são formados pela ligação química entre um metal, como o zinco, e o oxigênio.
A vantagem do uso de óxidos semicondutores em relação a outros materiais e técnicas é que sensores feitos com esses materiais possibilitam a detecção de diferentes tipos de gases mesmo em ambientes com grande variação de temperatura.
Além disso, óxidos semicondutores possuem um custo de fabricação relativamente baixo e são mais passíveis de miniaturização (redução de seu tamanho). Vários óxidos semicondutores têm sido aplicados com sucesso na fabricação de sensores, tais com ZnO (óxido de zinco), TiO2 (óxido de titânio) e SnO2 (dióxido de estanho).
Na Universidade de Brasília, pesquisadores liderados pelo físico peruano Jose Antonio Coaquira, professor do Instituto de Física da instituição, estão estudando materiais à base de óxidos semicondutores com o objetivo de desenvolver sensores de gases mais sensíveis e eficientes.
Como é feita a pesquisa?
O projeto está sendo realizado em três etapas que envolvem (a) a preparação dos óxidos semicondutores, uma tarefa por si só complicada, (b) a avaliação das características físicas dos semicondutores produzidos (por exemplo, sua estrutura molecular), e (c) teste do material para confirmar se eles conseguem detectar os gases desejados.
Na primeira etapa, os pesquisadores preparam nanopartículas dos óxido semicondutores, como de SnO2 ou TiO2, esses materiais possuem estruturas minusculas, aproximadamente 1 metro dividido por 1 bilhão, como ilustrado na figura 1. A esse material são adicionadas algumas “impurezas”, pequenas quantidades de elementos químicos como ferro (Fe), cobalto (Co) ou cromo (Cr). O processo de adição de impurezas, chamado dopagem, é importante porque modifica as características do óxido semicondutor, tornando-o mais adequado para seu uso como sensor.

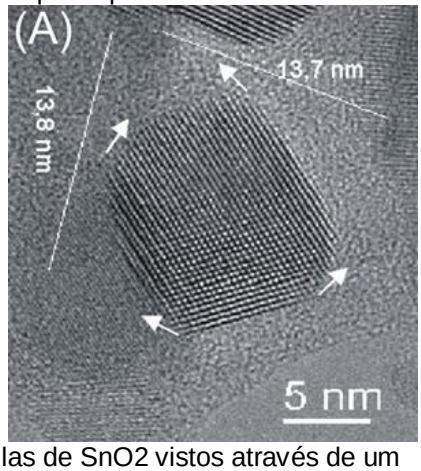


Figura1: Imagem de nanopartículas de SnO2 vistos através de um microscópio eletrônico de alta resolução. nm = nanômetros (1 bilionésimo de metro).
Após o preparo do óxido semicondutor, são analisadas as características de estrutura e de vibração molecular desses materiais por meio de técnicas experimentais, como difração de raio-X e espectroscopia Raman. Essas técnicas fornecem um verdadeiro “raio-X”, possibilitando identificar a estrutura molecular desses materiais. Isso é importante para confirmar se o material foi produzido corretamente. Além disso, esse “raio-X” do material ajudará os pesquisadores a entender melhor como ocorre a detecção do gás de interesse, caso o material se mostre sensível a esse gás.

Finalmente, na última etapa, o material é posto a prova com o gás de interesse. Nessa fase, o objetivo é avaliar se o sensor produzido nas etapas anteriores é capaz de detectar o gás, se é sensível a variações na concentração desse gás, e se responde especificamente a esse gás e não a qualquer outro gás que aparecer no ambiente.

Uma das formas de saber se um sensor responde a um determinado gás é expô-lo ao gás e monitorar a sua resistência a condução de eletricidade, ou seja, a sua resistência elétrica, de acordo com a presença ou ausência do gás. A queda na resistência elétrica é proporcional à quantidade de gás presente no ambiente, como mostra a figura 2. Dessa forma, esses sensores conseguem detectar não apenas a presença de um certo gás, mas também estimar sua quantidade.

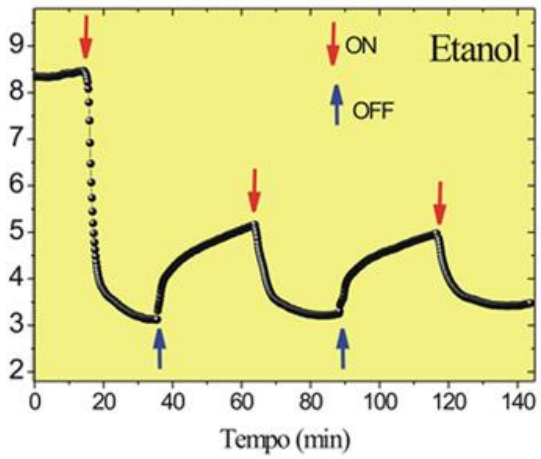


Fig.2: O gráfico mostra resultados do teste de resistência elétrica em SnO2 na presença do gás etanol (álcool comum evaporado) ao longo de 145 min. A seta vermelha representa o ambiente em presença do gás etanol (condição ON). A seta azul representa o ambiente sem o gás (condição OFF). Observe a abrupta queda de resistência nos tempos entre 20 e 40 min, 70 e 90 min e 120 e 140 min. Nesses períodos o gás estava presente no ambiente e é essa queda na resistência que indica a detecção do gás pelo sensor.

Qual a importância da pesquisa e possíveis aplicações?

A pesquisa é importante porque pode levar à descoberta de novos sensores de gases, mais eficientes e baratos que os atuais. Além disso, sensores mais sensíveis possibilitariam seu uso na medicina, pois poderiam sinalizar a presença de doenças no ar exalado pelo paciente.

Uma das aplicações mais promissoras desses sensores biológicos (biosensores) envolve a detecção de diabetes. Pesquisas recentes mostraram que a mistura de pequenas quantidades de silício (Si) a cristais de dióxido de tungstênio (WO2) gera um material altamente eficaz na detecção da acetona, substância presente em altas quantidades no hálito de diabéticos.

A acetona, usada nos removedores de esmalte de unhas, também está presente no hálito do ser humano. Em pessoas saudáveis, a concentração de acetona no ar exalado é normalmente menor que 900 partículas por bilhão. Já em uma pessoa diabética, a concentração de acetona dispara para valores maiores que 1.800 partículas por bilhão. Um sensor feito de WO2 com Si consegue detectar especificamente a acetona e apontar sua concentração no ar expirado por um paciente.

Biosensores também podem ser usados na detecção de certas vitaminas. Trabalhos científicos têm mostrado que a adição de Cr ao SnO2 cria um material capaz de detectar a vitamina B2 (riboflavina). Esta vitamina é importante no metabolismo das gorduras, açúcares e proteínas, e é essencial para a saúde dos olhos, pele, boca e cabelos.

Publicado em 06 de fevereiro de 2014

Pesquisador(es) Responsável(eis)
Jose Antonio Huamani Coaquira

Título Original da Pesquisa

Semicondutores magnéticos diluidos nanoestruturados e o seu uso como sensores de gás

Instituição(ões)
Instituto de Física, Universidade de Brasília

Fonte(s) Financiadora(s)
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal (FAP–DF)

Disponível em: http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisa/0259-Detectores-gases-toxicos.html. Acesso em 25/01/2019.

ANEXO E- MINERADORA DE BARRAGENS

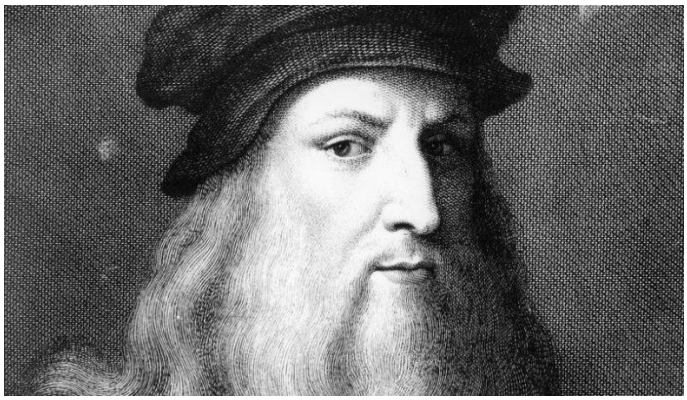
Mineradora de barragem com risco de rompimento na BA tem atividades suspensas
Agência Nacional de Mineração classifica estrutura como 'risco iminente'
A barragem nº 1, localizada no município de Maiquinique, na região sudoeste, corre perigo de reeditar na Bahia uma tragédia semelhante àquela que, em janeiro deste ano, ocorreu em Brumadinho (MG). As instalações, que pertencem à empresa Grafite do Brasil e onde trabalham 150 pessoas, foram classificadas pela Agência Nacional de Mineração (ANM) como 'estrutura com risco iminente de rompimento'. A barragem **está com as atividades suspensas**, até que os problemas detectados na estrutura sejam corrigidos.
Segundo o Ministério Público do Trabalho (MPT), "o lançamento dos rejeitos na barragem foi suspenso, o que deve inviabilizar o funcionamento da mineradora, uma vez que a produção não tem como funcionar sem fazer a separação e a destinação dos resíduos e dos materiais de beneficiamento". A barragem tem a areia como o minério principal da atividade.
O Grupo de Trabalho de Barragens, que reúne, além de MPT e ANM, o Ministério Público do Estado da Bahia (MP-BA), Ministério Público Federal (MPF) e Superintendência Regional do Trabalho da Bahia (SRT-BA), na terça-feira (9), interditou temporariamente o local, até que todas as falhas sejam corrigidas.
Além desta barragem, a Força-Tarefa vai percorrer, também, outros 14 equipamentos localizados em cidades baianas e classificados como de grande risco de acidentes. A Grafite do Brasil, formada pelas empresas Samaca Ferros Ltda. e Extrativa Metalquímica S/A., responde, ainda, a outra ação do MPT por uma série de irregularidades trabalhistas, como não pagamento de horas extras, falta de recolhimento de FGTS e contribuições previdenciárias, entre outros.
Os agentes visitaram a barragem nº 1 de Maiquinique entre os dias 18 e 26 de março, encontrando 33 irregularidades. Entre os problemas, o que mais preocupou o MPT foi o fato de os funcionários que trabalham na estrutura ficarem alocados em uma rota que, em caso de rompimento, seria atingida pelos rejeitos. Por isso, o órgão está preparando ação judicial contra a empresa Grafite do Brasil.
"As instalações dos funcionários ficam localizadas à jusante (abaixo do barramento), onde a equipe de produção atua. Nesse mesmo local funciona o setor administrativo, oficina, almoxarifado e refeitório. Em caso de rompimento, eles não teriam chance de fugir da lama. Seria uma tragédia semelhante à de Brumadinho, em Minas Gerais" (Verena Borges, procuradora do MPT)
Ainda segundo ela, a decisão de recorrer rapidamente à Justiça acontece em razão de "a empresa não aceitar assinar termos de ajuste de conduta e, também, porque não há tempo a perder para pedir que se regularize o ambiente de trabalho e deixe de expor os empregados a riscos".
População e danos
A ANM afirmou que "não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem nº 1 de Maiquinique". No entanto, segundo o órgão, no entorno da estrutura existem rodovias, empreendimentos e permanência eventual de pessoas que, em caso de rompimento, podem ser atingidos pelos rejeitos.
A equipe do CORREIO entrou em contato com o dono de uma churrascaria no centro de Maiquinique, que preferiu não ter o nome divulgado, mas afirmou conhecer, praticamente, todos os operários e funcionários que trabalham na empresa Grafite do Brasil, na área da barragem.
"Os meninos ficaram sabendo da interdição hoje, por volta do meio-dia. A gente viu a notícia no jornal. De certa forma, para o centro da cidade, não existe risco. Mas, para as pessoas que trabalham na barragem, tudo é muito perigoso. Se aquilo ali romper, a areia sai levando tudo o que tiver pela frente. E, se o minério estiver misturado com água, então, o estrago é ainda pior" (Comerciante de Maiquinique, que preferiu não ter o nome divulgado)
Ainda de acordo com o dono do restaurante, a cidade está toda apreensiva sem saber o que vai acontecer, porque "todo mundo precisa do trabalho e, se a barragem fechar e a produção parar, todos vão sair perdendo". Ele concluiu dizendo que, mesmo diante da importância da empresa de grafite para a região, a segurança da população está em primeiro lugar.
Fiscalização
O Ministério Público do Trabalho, assim como o Ministério Público do Estado da Bahia (MP-BA), que atua na área de fiscalização dos impactos ambientais por meio do Centro de Apoio às Promotorias de Meio Ambiente e Urbanismo (Ceama), afirmou que a empresa Grafite do Brasil "tem conhecimento de todas as irregularidades encontradas no local e deixa de adotar as medidas corretivas necessárias". O

relatório, assinado pelo perito do MPT Fernando Schindler, apontou que o local deve ficar fechado até que sejam atendidas as exigências da fiscalização do trabalho.
Para definir as estruturas que serão vistoriadas pelo Grupo de Trabalho das Barragens foram levados em consideração critérios estabelecidos pela Política Nacional de Barragem e Mineração (PNBS), que considera aspectos como volume de rejeito, altura do barramento, presença de produtos químicos e o Dano Potencial Associado (DPA), que mede o grau de perigo para a população, meio ambiente e trabalhadores que poderiam ser atingidos em caso de rompimento.
Conforme mapeamento mais recente da ANM, já foram determinadas classificação de risco e dano potencial em barragens localizadas nos municípios de Jacobina (2), Maiquinique (2), Santaluz (2), Maracás (3), Jaguarari (1), Itagibá (1) e Barrocas (4). Entre os minérios explorados estão areia, rocha aurífera, ouro primário, vanádio, cobre e níquel. Todas as estruturas estão inseridas na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).
O CORREIO entrou em contato com o jurídico da Grafite do Brasil, que afirmou que “não vai prestar nenhum esclarecimento”. Ainda segundo uma mulher, que não quis se identificar, “a empresa tomou conhecimento da interdição da barragem por meio de notícias de jornais”. Ela também disse à reportagem que “o jornal pode escrever o que quiser sobre a Grafite do Brasil e, se for contra a empresa, providências serão tomadas”.
A equipe do CORREIO também tentou contato com a Prefeitura de Maiquinique, mas foi informada de que o prefeito da cidade, Jesulino de Souza Porto (DEM), só estará disponível para entrevistas na manhã desta quinta-feira (11).
**Com orientação do chefe de reportagem Jorge Gauthie*

Disponível em: https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/mineradora-de-barragem-com-risco-de-rompimento-na-ba-tem-atividades-suspensas/

ANEXO F- ANÁLISES FORENSES EM OBRAS DE ARTES

Análise forense revela “truques de geologia” de Leonardo da Vinci
Por
MC
-
22 Janeiro, 2019
Mido / Wikimedia



Leonardo da Vinci

Análises forenses à pintura “Landscape with waterfall” de da Vinci revelaram que o desenho foi feito em duas fases, sugerindo que não é a perceção real da paisagem, mas o resultado da pesquisa geológica do artista ao longo dos anos.

O desenho é datado de 5 de agosto de 1473 e muitos historiadores identificaram a paisagem como sendo a *Cascata delle Marmore*, uma das cascatas artificiais mais altas da Europa, localizada a 7,5 quilómetros de Terni, em Úmbria, na Itália.

(dr)

Atualmente, a pintura está guardada na *Galleria degli Uffizi,* em Florença, mas é raramente exposta ao público. Como em abril deste ano vai ser aberta uma grande exposição do trabalho de Da Vinci, as autoridades italianas permitiram que fossem feitas, pelas primeiras vezes, **investigações forenses** em algumas das suas pinturas.

Análises microscópicas sob luz infravermelha e raios X revelaram as propriedades químicas da tinta usada pelo artista. Aparentemente, no desenho em questão, Da Vinci utilizou **duas tintas muito distintas**: uma baseada em pigmentos de ferro e outra em pigmentos de carbono.

Isto sugere que o italiano não esboçou o desenho de uma só vez, mas acrescentou detalhes, como as camadas das rochas, muito tempo depois. É, portanto, improvável que o desenho mostre uma paisagem real. Parece que Da Vinci o usou para esboçar os seus **estudos geológicos feitos ao longo do tempo**.

Mais de dez mil páginas de anotações de Da Vinci sobreviveram, a maioria datada entre 1470 e 1519. Algumas contêm **observações sobre afloramentos e rochas** feitas durante as suas viagens pela Toscana e Emília-Romanha. Como engenheiro, também supervisionou a construção de grandes canais de irrigação, cortando os sedimentos dos Apeninos e do Vale do Pó.

Leonardo da Vinci foi um dos primeiros naturalistas a entender a origem das rochas sedimentares e **reconhecer os fósseis como restos petrificados** de antigos animais vivos, como escreve nas suas

anotações pessoais: “Entre uma e outra camada rochosa, há a vestígios dos vermes que neles rastejaram quando elas ainda não estavam secas”.
É provável que tenha chegado a essa conclusão somente depois de ter desenhado a cascata e decidido adicionar os **detalhes anteriormente negligenciados** – as camadas de rocha – ao seu trabalho inicial.
O artista estudou as rochas e as paisagens, não apenas para satisfazer a sua curiosidade pessoal, como também para melhorar os seus desenhos. As camadas no esboço, em cima da cascata, são **geologicamente corretas**. Camadas de turbiditos, formadas por avalanches submarinas e depois empurradas por forças tectónicas acima do mar, são avistadas em afloramentos rochosos dos Apeninos. São finas no fundo e espessas no topo, resultado das diferentes taxas de sedimentação sob a água.
Leonardo usou as camadas sedimentares também para criar um **efeito tridimensional** no desenho, juntamente com as linhas usadas para desenhar os campos cultivados ao fundo.
Da Vinci nunca publicou as suas observações geológicas e, durante mais um século, as origens dos fósseis e das rochas sedimentares permaneceriam um mistério. No entanto, como usou conhecimentos geológicos para melhorar as suas pinturas, inspirou uma geração inteira de artistas do Renascimento.
Foi o pintor alemão Albrecht Dürer, que visitou a Itália duas vezes para estudar a arte de da Vinci, que popularizou a nova técnica na Europa. Depois dele, muitos outros artistas começaram a pintar paisagens realistas, estudando as rochas para retratá-las corretamente nas suas obras de arte.
MC, ZAP // Forbes
Disponível em: https://zap.aeiou.pt/truques-geologicos-leonardo-vinci-236926. Acesso em 25/01/2019.

ANEXO G- ANTOCIANINAS: CORANTES NATURAIS

Antocianinas: corantes naturais para alimentos, cosméticos, tintas e experiências para ensinar e aprender Química

O que é a pesquisa?

Flores, frutas, folhas e algumas raízes com coloração de vermelho a azul contêm, dentre outros compostos coloridos, as antocianinas. Trata-se de corantes naturais com interessantes propriedades que vão além da cor que produzem, pois podem ter diversas aplicações. Esses compostos químicos são muito delicados, porque podem ser destruídos pela ação de luz, calor, micro-organismos e variações de condições do meio onde estão presentes, como o pH.

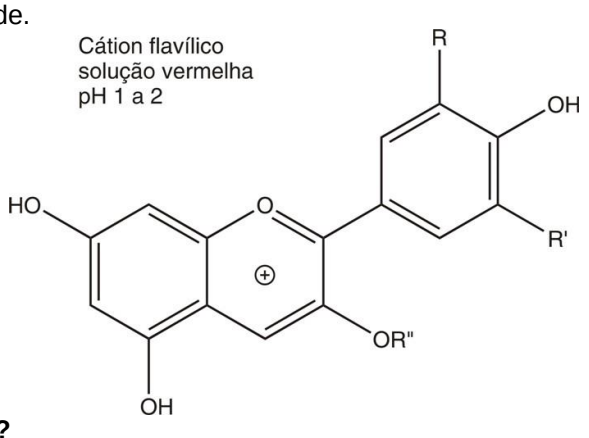
Apesar disso, é importante estudá-las para conhecê-las melhor, pois podem ser usadas como corantes em alimentos e cosméticos, em produtos nutracêuticos e cosmecêuticos, além de potencial uso para produção de tintas atóxicas e a realização de experiências para ensinar e aprender Química. Características que tornam as antocianinas delicadas também fazem com que essas moléculas tenham importantes ações em processos que ocorrem nos organismos, com diversos benefícios para a saúde como agentes anti-inflamatórios e até antitumoral em alguns casos específicos, o que vem sendo estudado por pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento científico.

Várias espécies vegetais contêm antocianinas em sua composição, com finalidades específicas. Para as flores e frutas, a coloração resultante da presença de antocianinas pode representar um fator adicional para atração de agentes polinizadores, o que tem importante papel no ciclo reprodutivo das plantas. Além disso, pode-se considerar que, nas frutas, a presença de antocianinas favoreça o sabor adocicado, pois durante o amadurecimento, ocorre degradação dos corantes com liberação de açúcar.

A grande maioria de brotos e folhas jovens das plantas contém altos teores de antocianinas para proteção de estruturas e outros compostos celulares durante o crescimento inicial, porque funcionam como antioxidantes. Essa ação antioxidante das antocianinas tem várias consequências, sendo algumas interessantes e favoráveis, como sua ação protetora nos brotos vegetais e em diversos processos metabólicos com benefícios à saúde. Mas, por outro lado, isso torna esses compostos muito delicados e, por isso, difíceis de serem obtidos a partir de fontes naturais, conservados e aplicados.

Quimicamente falando, antocianinas são moléculas com estruturas elaboradas, cuja estrutura genérica é o cátion flavílico substituído em posições específicas com açúcares, aos quais podem estar ligados ácidos fenólicos. Os diferentes grupos ligados em R, R' e R'', assim como os ácidos a eles ligados, caracterizam as diferentes moléculas de antocianinas. Os nomes complicados das diferentes antocianinas decorrem de regras para nomenclatura química e não precisam ser memorizados, mas aparecem para indicar formas oficiais de identificá-las.

A síntese artificial de antocianinas ainda não é um processo simples nem barato, por isso aplicações desses compostos envolvem sua extração a partir de espécies vegetais, principalmente frutas, nas quais o teor de antocianinas é mais alto. O custo de comercialização de antocianinas isoladas e quimicamente puras é muito alto (um miligrama de antocianina pode custar, até mais de 1.000 dólares). Portanto, é necessário expandir as possibilidades de sua obtenção em larga escala, a partir de fontes naturais de forma sustentável, para viabilizar o desenvolvimento de suas aplicações, com grandes benefícios para a sociedade.



Como é feita a pesquisa?

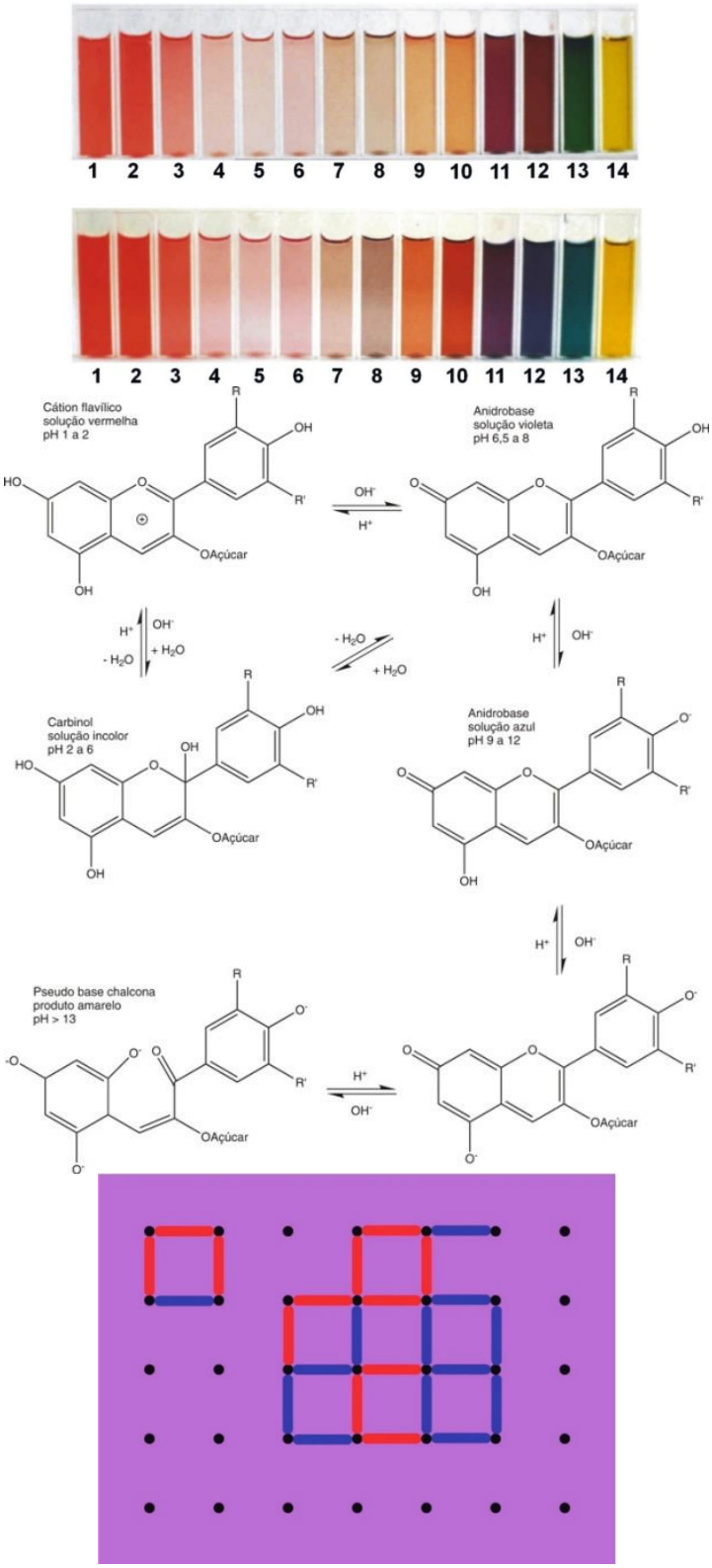
Em laboratórios químicos, é possível realizar estudos com diversas condições para extração, purificação, análise e armazenamento de antocianinas, a partir de diversas fontes vegetais. Frutas são preferencialmente estudadas, porque em geral contêm muito mais antocianinas que flores ou folhas, e

raízes ricas em antocianinas não são comuns no Brasil. O Grupo de Pesquisas em Química Analítica e Educação (GPQUAE), do Instituto de Química da Universidade de Campinas (Unicamp), vem trabalhando com frutas de comércio regular no Brasil (amoras e uvas), além da nativa jabuticaba e frutas ainda pouco conhecidas ou consumidas no País, como o jambolão (ou jamelão ou jambu ou azeitona-do-nordeste) e a jussara. No caso dos frutos da palmeira jussara, usá-los é uma forma de estimular o aproveitamento sustentável dessa palmeira que, normalmente, é explorada de forma predatória para obtenção ilegal de palmito com a morte da planta.

A extração é estudada para maximizar a quantidade de antocianinas obtida com solventes atóxicos e que garantam a maior durabilidade dos extratos. Os estudos realizados pelo GPQUAE indicam a adequação do uso de água corrente ou etanol como solventes, aplicando-se o processo de branqueamento, como forma de aumentar a durabilidade dos extratos que devem ser armazenados ao abrigo da luz e a baixas temperaturas (cerca de 12^{o}C, temperatura de refrigeradores domésticos) para evitar perdas maiores que 30% do teor inicial de antocianinas. Foi constatado, ainda, que é possível congelar as frutas a -5^{o}C para uso posterior sem perda significativa de antocianinas. Isso é favorável, porque indica a possibilidade de estocagem das frutas na época da safra para extração posterior, o que é melhor que estocar por longo período as antocianinas na forma de extrato. Para acompanhar o desempenho dos métodos de extração, purificação e armazenamento, é necessário realizar análises nos extratos e, para isso, empregam-se espectrofotometria, cromatografia líquida de alta eficiência e espectrometria de massas. O grupo de pesquisa vem trabalhando para simplificar os procedimentos para realização das análises e para aproveitar melhor os dados obtidos com técnicas analíticas sofisticadas, o que vai permitir a identificação de parâmetros de qualidade dos extratos como idade, fonte de extração e composição, com uso de quimiometria. Em condições otimizadas de extração, podem ser encontradas as seguintes concentrações médias, expressas em miligramas de antocianinas por 100 gramas de fruta: amora: 140, amora preta: 150, cascas de jabuticaba: 100, jambolão: 140, jussara: 600, uva brasil: 200. Esses valores podem ser bastante diferentes em função de diversos fatores relacionados com cultivo das frutas, época do ano, temperatura média, insolação etc. Algumas flores também contêm antocianinas, no entanto seu uso para obtenção de grandes quantidades do corante é pouco viável, uma vez que seriam necessárias quantidades muito grandes de pétalas em comparação com as quantidades de frutas.

Uma das variações de propriedades mais conhecidas das antocianinas está relacionada com a mudança de cores de suas soluções em decorrência de alterações em valores de pH, o que afeta diretamente a aplicabilidade industrial desses corantes naturais. Essa propriedade é demonstrada em experimentos didáticos populares que utilizam o extrato de repolho roxo, que é um extrato de antocianina, como indicador do pH de diferentes amostras. Dos trabalhos do GPQUAE, surgiram experimentos que aproveitam extratos de frutas para medir o pH de diversos produtos de uso doméstico, com escalas de cores.

As mudanças de estrutura das antocianinas em solução no extrato de repolho roxo e de outras espécies vegetais como amora, berinjela, jabuticaba, jambolão, jussara, uva, dentre outras, decorrentes da variação do pH do meio, são responsáveis pela mudança de cor da solução e isso serve para indicar o pH do meio. O texto traz sugestões de leituras para esclarecer detalhes sobre formas de medir pH, com uso de indicadores e propostas de experimentos e atividades lúdicas envolvendo antocianinas, que podem ser facilmente realizadas na escola ou em casa.



Qual a importância da pesquisa?

Do ponto de vista científico, a relevância desse estudo está no desenvolvimento de métodos eficientes para extração de antocianinas de frutas, o que envolve a otimização de diversas etapas do processo, para que seja alcançado um extrato estável com alta concentração, num solvente adequado para a aplicação desejada. Por exemplo, para obter um extrato de antocianinas que será utilizado como corante de alimentos, não pode ser usado um solvente tóxico para o ser humano, como metanol, ou é necessário removê-lo completamente antes da utilização do extrato, o que nem sempre é simples fazer.

Outro aspecto importante está relacionado com a estabilidade do extrato, afinal é desejável manter, por

longo período de tempo, sua composição e sua coloração num produto que contenha antocianinas. Assim, é preciso estudar condições de armazenamento dos extratos que evitem sua decomposição, inclusive pela ação biológica, já que os açúcares presentes em sua estrutura tornam as antocianinas facilmente degradadas por micro-organismos. Diversas ferramentas analíticas são usadas para obter e tratar dados dos experimentos realizados e com isso são desenvolvidas pesquisas em laboratórios com o trabalho de químicos, dentre outros profissionais. Esses estudos despertam o interesse de empresas brasileiras, como a Centro Flora, do Grupo Anidro Extrações do Brasil Ltda, que estabeleceu convênio para cooperação tecnológica com a Unicamp de 2006 a 2009, para desenvolvimento de pesquisas sobre obtenção, purificação e análise de extratos de antocianinas, indicando a relevância da temática.

Para estudos que envolvem as propriedades biológicas das antocianinas, especialistas de outras áreas além da química, como biologia, medicina e engenharia de alimentos também realizam seus trabalhos com ênfase em diferentes aspectos como, por exemplo, ação metabólica, efeitos terapêuticos, uso em alimentos industrializados etc. Os químicos do GPQUAE também estudam detalhes do processo de sua degradação para melhor lidar com as aplicações industriais de uso das antocianinas, além de explorar outras possibilidades de aplicação, como reagentes para medidas de pH e quantificação de cátions metálicos em solos.

Além dessas aplicações com perspectivas industriais e de interesse biológico, do ponto de vista da educação e divulgação científicas, os estudos de antocianinas são muito úteis para realização de experimentos simples e estimulantes que favorecem o ensino e a aprendizagem de diversos conceitos químicos relevantes, envolvendo transformações químicas, ácidos, bases, pH, equilíbrio químico, dentre outros. Na lista de sugestão de leitura há exemplos interessantes que podem ser realizados na escola em atividades didáticas e interativas ou como entretenimento lúdico em casa, como o ShimaQ, que é um jogo de cartelas impregnadas com extrato de antocianinas e canetas carregadas com soluções de diferentes pHs.

Publicado em 14 de outubro de 2011
Texto editado por Otávio Borges Maia

Pesquisador(es) Responsável(eis)
Adriana Vitorino Rossi - Acácia Adriana Salomão - Aline Guadalupe Coelho - Daniela Brotto Lopes Terci - Daniela Dias Palombino de Campos - Gustavo Giraldi Shimamoto - Martha Maria Andreotti Favaro - Patrícia Gisela Sampaio - Tânia Aparecida Lopes Pinheiro - Willian Leonardo Gomes da Silva

Título Original da Pesquisa
Estudos com antocianinas extraídas de amora (Morus sp), amora preta (Morus nigra), jabuticaba (Myrtus jaboticaba), jambolão (Syzygium cuminii), jussara (Euterpe edulis Mart) e uva (Vitis vinifera).

Instituição(ões)
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Instituto de Química (IQ)

Fonte(s) Financiadora(s)
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp)
Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico (CNPq)
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)
Serviço de Apoio ao Estudante da Universidade Estadual de Campinas (SAE-Unicamp)
Grupo Anidro do Brasil Extrações Ltda.

Sugestões de leitura

ROSSI, A. V.; SALOMÃO, A. A.; ALVES, A. S. A.; SHIMAMOTO, G. G.; FAVARO, M. M. A.; COELHO, T. B. Iniciação Científica Júnior: experimentação e pesquisa integrando o ensino médio e a universidade. *Anais do XIV ENEQ*: Encontro Nacional de Ensino de Química, Universidade de Brasília, 383-1, CDROM ISSN 2179-5355 (2010). Disponível em: http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0383-1.pdf

SALOMÃO, A. A.; ROSSI, A. V.; ALVES, A. S.; SHIMAMOTO, G. G., FAVARO, M. M. A.; COELHO,T. B. Jogo pedagógico que explora a propriedade indicadora de pH de extratos de antocianinas de espécies brasileiras. *A Química Perto de Você*: experimentos de baixo custo para a sala de aula do Ensino Fundamental e Médio. São Paulo, org. Sociedade Brasileira de Química, 2010. Disponível em: http://quimica2011.org.br/arquivos/Experimentos_AIQ_jan2011.pdf . Acesso em: 14 out. 2011.

SHIMAMOTO, G. G., ROSSI, A. V. Antocianinas e gelo seco para visualizar equilíbrios ácido/base numa abordagem contextualizada. *Educació Química*, Barcelona, v.7, 2010, p.31-36.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução?; *Química Nova*, São Paulo, v.25, p.684-688, 2002.

Disponível em: http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisa/0244-Antocianinas-quimica-corantes-naturais.html. Acesso em 24/01/20

ANEXO H- RECUPERAÇÃO DE BATERIAS USADAS

Como recuperar materiais de baterias de celular usadas?
O que é a pesquisa?
O descarte de baterias é uma preocupação ambiental, pois metais tóxicos e pesados, que fazem parte de sua composição, podem contaminar solo, plantas e animais. Nos últimos anos, baterias de Ni-MH que eram usadas em telefones celulares e computadores portáteis vem sendo gradativamente substituídas por baterias de íons-lítio, pois possuem maior capacidade de armazenamento e menor perda de energia. Devido a essa substituição, uma grande quantidade de baterias usadas de Ni-MH foi acumulada, necessitando maneiras apropriadas de descarte ou de reutilização.
Nesse sentido, pesquisa realizada em conjunto pelo Departamento de Química da Universidade Federal do Espírito Santo e pelo Instituto Federal do Espírito Santo (campus Aracruz), desenvolveu um método para recuperar elementos químicos importantes presentes nas baterias de Ni-MH, como níquel, cobalto, ferro e metais terras raras. Dois desses elementos são recuperados na forma de compostos, hidróxidos de níquel e de cobalto, que foram usados na síntese de óxido de lítio-cobalto, matéria-prima para as modernas baterias de íon-lítio. Esse trabalho foi publicado no periódico “Química Nova” da Sociedade Brasileira de Química.
Como é feita a pesquisa?
A pesquisa consistiu em uma sequência de reações químicas controladas para a extração gradual dos elementos químicos das baterias de Ni-MH. As baterias foram desmontadas e suas partes constituintes, incluindo eletrodos positivos e negativos, foram separadas.
Em seguida, os cientistas reuniram os eletrodos negativos (MH) das baterias, dissolveram-nos em ácido, filtraram a solução líquida resultante e adicionaram a ela soda cáustica (hidróxido de sódio). Isso fez com que os metais terras raras lantânio (La) e cério (Ce), originalmente presentes na liga metálica, se agregassem e precipitassem, formando um novo sólido. Esse sólido foi separado do resto da solução aquosa e suas características moleculares foram avaliadas com técnicas de espectroscopia.
A composição química do sólido obtido foi determinada com difração de raios X, que confirmou a presença dos elementos La e Ce. A estrutura das partículas metálicas recuperadas pôde ser observada por microscopia eletrônica de varredura, o que possibilitou a ampliação de sua imagem em 10 mil vezes (Figura 1).

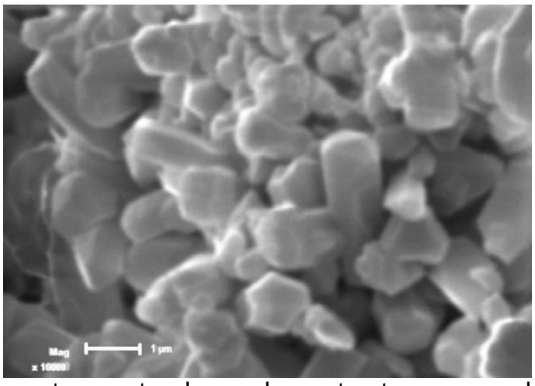


Figura 1. Micrografia de compostos contendo os elementos terras raras lantânio (La) e cério (Ce). Os compostos foram obtidos a partir de baterias usadas de telefones celulares. A figura mostra que os compostos se organizam em estrutura hexagonal, formando partículas com cerca de 1µm de comprimento (µm: micrômetro = milionésimo de metro). A figura foi obtida com um microscópio eletrônico de varredura, que ampliou em 10 mil vezes a aparência do objeto natural.
Para extrair os outros metais de interesse, os pesquisadores realizaram novas sequências de adição de ácidos, bases e outros reagentes em concentrações específicas, o que levou à formação de novos sólidos dentro do líquido. Esses sólidos foram então separados do líquido por centrifugação (rotação em alta velocidade) e secos.
Níquel, cobalto e ferro não foram obtidos como metais puros, mas sim na forma de hidróxidos, como hidróxido de níquel ($Ni(OH)_2$), hidróxido de cobalto ($Co(OH)_2$) e hidróxido de ferro ($Fe(OH)_3$).
Em uma última etapa do processo, o $Ni(OH)_2$ foi misturado com um composto de lítio (Li), gerando o cobiçado óxido de lítio-cobalto ($LiCoCO_2$), material usado na fabricação de eletrodos positivos em baterias de íon-lítio. Como nas etapas anteriores, a composição dos materiais obtidos foi confirmada com o uso de espectroscopia de raios X (Figura 2).

A Figura 2 representa um difratograma de raios X que confirma a presença de $LiCoCO_2$ na amostra. Os raios X são lançados em ângulos diferentes em relação às partículas sólidas e são refratados em direção a um detector. O detector registra a intensidade da difração dos raios X em cada ângulo. Os ângulos que geram picos fornecem informação sobre a estrutura do material. O padrão de picos observado é consistente com o que seria esperado em um cristal contendo óxido de lítio-cobalto, confirmando sua presença no material.

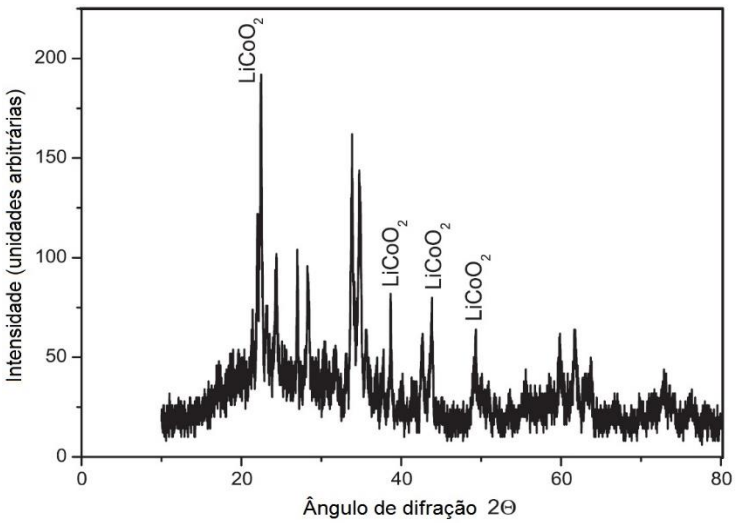


Figura 2. Difratograma confirmando a síntese de óxido de lítio-cobalto ($LiCoCO_2$). O $LiCoCO_2$ é usado na produção de modernas baterias de íon-lítio. O gráfico, um difratograma de raios X, mostra o comportamento de feixes de raios X lançados sobre amostras das partículas sólidas obtidas na reação química. Os ângulos que geram picos na figura fornecem informação sobre a estrutura do material. O padrão de picos é consistente com o que seria esperado em um cristal contendo óxido de lítio-cobalto, confirmando sua presença no material.

Qual a importância da pesquisa?

A substituição de baterias de Ni-MH pelas baterias mais eficientes de íon-lítio gerou um problema: o que fazer com as baterias usadas? Enterrá-las ou queimá-las gera poluição, além de custar caro. Uma possibilidade seria recuperar parte dos materiais utilizados na fabricação dessas baterias.

Baterias de Ni-MH, em particular, são produzidas com metais altamente valorizados pela indústria. Entram na sua composição ferro (usado na produção de aço), níquel (usado em revestimentos de carros, motos e bicicletas), cobalto (usado na fabricação de ligas magnéticas ou eletrodos de baterias) e metais terras raras (usados na fabricação de ímãs permanentes e baterias de carros elétricos).

A pesquisa realizada no Espírito Santo é importante, pois apresenta um método de extração desses materiais. Em particular, o método descrito permite obter lantânio, metal atualmente bastante usado na fabricação de baterias de carros elétricos, e óxido de lítio-cobalto, usado na produção de eletrodos de baterias de íon-lítio.

Publicado em 7 de março de 2014.

Saiba mais: Como as baterias de Ni-MH geram eletricidade?

As baterias de níquel-hidreto metálico (Ni-MH) são formadas por vários compostos químicos, incluindo níquel (Ni), lantânio (La) e cobalto (Co). Além disso, as ligas metálicas (MH) das baterias de Ni-MH contêm hidrogênio (H). É esse elemento, com apenas um elétron em sua composição, que dá origem à corrente elétrica da bateria.

Baterias em geral possuem duas partes essenciais: os eletrodos positivos e negativos. A movimentação de elétrons entre esses dois eletrodos é que gera uma corrente elétrica. Essa corrente elétrica fornece a energia necessária para o funcionamento de aparelhos celulares e laptops.

Durante a descarga de uma bateria, ocorre oxidação nos eletrodos negativos. Na reação de oxidação, o hidrogênio acoplado à liga metálica (MH) desprende-se dela e se une a íons hidróxido (OH^-) presentes no interior da bateria, gerando água (H_2O) e um elétron. Esse elétron, oriundo do átomo de hidrogênio da liga metálica, é transferido do eletrodo negativo para o eletrodo positivo.

No eletrodo positivo, ocorre a redução, reação que transforma o óxi-hidróxido de níquel (NiOOH) presente nesse eletrodo em hidróxido de níquel ($Ni(OH)_2$), uma substância que possui um elétron a mais. Assim, elétrons são transferidos de um eletrodo para o outro. É essa reação de oxirredução que gera corrente elétrica na bateria.

Quando a bateria é recarregada, o processo se inverte, ocorrendo a oxidação do $Ni(OH)_2$, que volta a ser NiOOH, e a redução da liga metálica (M), que ganha H e volta a ser MH. Esse processo de recarga é movido pela energia fornecida por um carregador. Nesse caso, a energia elétrica não vem de dentro da própria bateria, mas é fornecida por uma fonte externa (uma tomada ligada à rede elétrica da casa, por exemplo).

Pesquisador(es) Responsável(eis)

Vinicius Emmanuel de Oliveira dos Santos - Vinicius Guilherme Celante - Maria de Fátima Fontes Lelis - Marcos Benedito José Geraldo de Freitas

Título Original da Pesquisa

Método hidrometalúrgico para reciclagem de metais terras raras, cobalto, níquel, ferro e manganês de eletrodos negativos de baterias exauridas de Ni-MH de telefone celular.

Instituição(ões)

Departamento de Química, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória (ES).
Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Aracruz, Aracruz (ES).

Fonte(s) Financiadora(s)

Capes
CNPq
Petrobras

Sugestões de leitura

Acesso ao artigo original:
Química Nova, 37, 22-26, 2014.

Disponível em: http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisa/0261-Como-recuperar-material-de-baterias-de-celular-usadas.html. Acesso em 24/01/2019.

ANEXO I- PILHAS BIÓLOGICAS

“Pilha biológica” e tecnologias inovadoras rendem prêmios a cientistas da USP
Biocélula de combustível é um dos trabalhos de pesquisadores de São Carlos que atuam na interface entre química, física e biologia
Por Ignacio Amigo - Editorias: Ciências Exatas e da Terra, Tecnologia - URL Curta: jornal.usp.br/?p=201281

Frank Crespilho, pesquisador premiado do Instituto de Química de São Carlos – Foto: Reprodução / GloboNews Especial.

O grupo do professor Frank Crespilho, do Instituto de Química de São Carlos (IQSC) da USP, está de parabéns. Nas últimas semanas, um dos seus pesquisadores, Lucyano Macedo, recebeu o prêmio Jovem Químico Cientista da Metrohm Brasil pelo trabalho que desenvolveu durante o mestrado. Além disso, o próprio professor Crespilho foi honrado com o prêmio “Ciência e Tecnologia de São Carlos” na categoria Jovem Pesquisador.
+ Mais

Doutorando da USP São Carlos vence Prêmio Jovem Químico Cientista
Nos últimos anos, o grupo vem aperfeiçoando a chamada “biocélula a combustível cooperativa”, uma pilha biológica que usa o metabolismo da levedura do pão (*Saccharomyces cerevisae*) para produzir energia elétrica. A biocélula é formada por fibras de carbono nas quais se imobiliza uma proteína chamada álcool desidrogenase. Essas fibras são utilizadas depois em um meio que contém a levedura. O que acontece é que quando as leveduras são alimentadas com glicose, elas transformam essa glicose em etanol, que por sua vez é transformado em acetaldeído pelo álcool desidrogenase das fibras de carbono. Essa última reação produz uma molécula, o NADH, que é oxidada pelo eletrodo para produzir uma corrente elétrica.

Lucyano Macedo, à esquerda, mestrando premiado – Foto: Divulgação / Metrohm Brasil

A biocélula é mais do que uma ideia engenhosa ou uma simples prova de conceito. É uma tecnologia que, se desenvolvida adequadamente, pode ter várias aplicações interessantes.

"Poderíamos usar o esgoto como fonte de energia, por exemplo", disse o professor Crespilho, notando que essa energia, produzida por meio das reações de decomposição da matéria orgânica, seria uma energia limpa.

Outra aplicação apontada por Crespilho é a de criar biossensores comestíveis. "É uma tecnologia que já existe. Você ingere o sensor e ele mede parâmetros do seu organismo", explicou. Ele citou um trabalho recente publicado na revista *Science* que descreve como pesquisadores dos EUA desenvolveram um biossensor com bactérias que foi capaz de identificar porcos que sangravam no intestino.

O professor Crespilho se encontra em Harvard no momento, colaborando com um grupo norte-americano para combinar a biocélula combustível cooperativa com um sistema que permite armazenar a energia produzida.

.

Uma das pesquisas do professor Crespilho é sobre o desenvolvimento de biocélulas capazes de produzir energia elétrica – Foto: Reprodução / GloboNews Especial

.

Infravermelho e eletroquímica

Para acompanhar as reações que ocorrem na biocélula, o grupo teve que desenvolver um sistema próprio de microscopia, e foi nesse quesito que Lucyano Macedo se destacou. O desafio consistiu em juntar duas técnicas diferentes: a espectroscopia infravermelho multiplex, que permite medir reações químicas no espaço, e os sistemas eletroquímicos, onde acontecem as reações da biocélula.

"A água é necessária para eletroquímica, mas ela é um problema para o infravermelho", explica Macedo. Ele explica que as vibrações das moléculas de água interferem com a medida infravermelha. A solução, que Macedo desenvolveu durante o mestrado, foi criar uma célula na qual a reação eletroquímica ocorre em uma camada muito fina de água. Dessa forma, o ruído produzido pela vibração das moléculas de água é minimizado, e o sinal da reação de interesse pode ser determinado com precisão. Os resultados da pesquisa foram publicados na revista *Analytical Chemistry* e lhe valeram o prêmio Jovem Químico Cientista.

Mais informações: e-mail frankcrespilho@iqsc.usp.br, com o professor Frank Crespilho

Disponível em: https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-exatas-e-da-terra/pilha-biologica-e-tecnologias-inovadoras-rendem-premios-a-cientistas-da-usp/. Acesso em 25/01/2019.