



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

DRIELLE CAROLINE CASTILHO

**INVESTIGAÇÕES ACERCA DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA
CIÊNCIA COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Londrina
2021

DRIELLE CAROLINE CASTILHO

**INVESTIGAÇÕES ACERCA DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA
CIÊNCIA COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof. Dra. Irinéa de Lourdes Batista

Londrina
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Castilho, Drielle Caroline .

INVESTIGAÇÕES ACERCA DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA / Drielle Caroline Castilho. - Londrina, 2021. 130 f.

Orientador: Irinéa de Lourdes Batista.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2021.

Inclui bibliografia.

1. História e Filosofia da Ciência - Tese. 2. Ensino de Química - Tese. 3. Licenciandos - Tese. I. Batista, Irinéa de Lourdes. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 54

DRIELLE CAROLINE CASTILHO

**INVESTIGAÇÕES ACERCA DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA
COM LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof. Dra. Irinéa de Lourdes
Batista
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dra. Fabiele Cristiane Dias Broietti
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Marcos Rodrigues da Silva
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 30 de março de 2021.

Dedico este trabalho à minha irmã, Daiane.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora Dra. Irinéa de Lourdes Batista, pelo compartilhamento de seu conhecimento.

Aos integrantes do grupo IFHIECEM pelas sugestões e validações para este trabalho.

À professora Dra. Fabiele Cristiane Dias Broietti, coordenadora do Programa de Residência Pedagógica na UEL, pela confiança em ceder os licenciandos e o espaço das reuniões, possibilitando o desenvolvimento da nossa unidade didática.

Aos licenciandos do Programa de Residência Pedagógica da UEL, que concordaram em participar das reuniões no formato remoto e realizaram as atividades propostas com muita dedicação.

Aos servidores da secretaria de Pós-Graduação pelo atendimento fornecido ao longo dessa jornada.

À banca examinadora composta pelos professores Fabiele Cristiane Dias Broietti e Marcos Rodrigues da Silva pelas sugestões, críticas e inúmeras contribuições valiosas durante o exame de qualificação.

Aos meus amigos, André, Beatriz e Helen, pelas palavras de apoio, carinho e incentivo, acompanhando toda a jornada deste trabalho.

Aos meus pais, Carmen e Renato, que mesmo estando longe, estão sempre torcendo pelo meu sucesso.

À minha irmã, Daiane, que está sempre ao meu lado, me apoiando e prestigiando minhas conquistas.

"Ensinar não é transferir conhecimentos,
mas criar as possibilidades para sua
própria produção ou a sua construção."

Paulo Freire

CASTILHO, Drielle Caroline. **Investigações acerca da História e Filosofia da Ciência com licenciandos em Química**. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

RESUMO

No contexto atual, estudos acerca da prática docente elencando aspectos históricos e filosóficos na construção do conhecimento científico para o Ensino de Ciências têm sido amplamente discutidos, uma vez que os docentes tendem a reproduzir visões reducionistas acerca da ciência devido à escassez metodológica e epistemológica em sua Formação Inicial, impedindo um ensino contextualista. Considerando uma abordagem que incorpore esses aspectos para a compreensão da ciência de modo humanizado, o objetivo desta pesquisa consiste em investigar a abordagem da História e Filosofia da Ciência (HFC) com licenciandos do Programa de Residência Pedagógica do curso de Química da UEL. Para isso, realizamos um levantamento teórico que permitiu a delimitação do tema, construção das questões de pesquisa, planejamento metodológico, coleta e análise dos dados, proposta de unidade didática e, por fim, análises e inferências. Por meio de uma análise curricular, constatamos que o curso oferece a possibilidade de exploração da HFC em algumas disciplinas. A partir de um questionário prévio semiestruturado, buscamos analisar como a abordagem tem sido contemplada no curso. A fim de enriquecermos esta investigação, realizamos a aplicação de uma unidade didática para os licenciandos com o propósito de potencializar as discussões a respeito da natureza do conhecimento científico. A análise de dados obtidos durante todo o processo evidenciou relações estabelecidas entre o desenvolvimento da ciência com valores culturais, sociais, históricos nos permitindo observar indícios de aprendizagem acerca da HFC atreladas ao contexto escolar. A importância da incorporação da HFC na Formação Inicial reflete em uma prática docente mais ampla, promovendo um ensino de Química mais humanizado capaz de possibilitar a compreensão do desenvolvimento científico em um caráter processual e crítico.

Palavras-chave: Ensino de Química. História e Filosofia da Ciência. Licenciandos. Unidade Didática.

CASTILHO, Drielle Caroline. **Investigations about the History and Philosophy of Science with university graduates in Chemistry.** 130 p. Dissertation (Master in Science Teaching and Mathematical Education) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

ABSTRACT

In the current context, studies on teaching practice listing historical and philosophical aspects in the construction of scientific knowledge for the teaching of science have been widely discussed, since teachers tend to reproduce reductionist views about science due to the methodological and epistemological scarcity in their Initial Training, preventing contextualist teaching. Considering an approach that incorporates these aspects for the understanding of science in a humanized way, the objective of this research is to investigate the approach of History and Philosophy of Science (HFS) with graduates of the Pedagogical Residency Program of the Chemistry course at UEL. Therefore, we carried out a theoretical survey that allowed the delimitation of the theme, construction of research questions, methodological planning, collection and analysis of data, proposal for a didactic unit and, finally, analyses and inferences. Through a curriculum analysis, we found that the course offers the possibility of exploring HFS in some subjects. From a previous semi-structured questionnaire, we tried to analyze how the approach has been contemplated in the course. In order to enrich the investigation, we carried out the application of a didactic unit for the graduates in order to enhance the discussions regarding the nature of scientific knowledge. The analysis of data obtained throughout the process showed relationships established between the development of science with cultural, social and historical values, allowing us to observe signs of learning about HFS linked to the school context. The importance of incorporating HFS in Initial Training reflects in a broader teaching practice, promoting a more humanized teaching of Chemistry capable of enabling the understanding of scientific development in a procedural and critical character.

Keywords: Chemistry teaching. History and Philosophy of Science. University Graduates. Didactic Unit.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Tina pneumática utilizada por Priestley em suas experiências53
- Figura 2** Aparelho de Lavoisier para o estudo do oxigênio55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Relação dos documentos educacionais analisados	30
Quadro 2	Grade curricular do curso de Licenciatura em Química	37
Quadro 3	Instrumentos utilizados para a coleta de dados	59
Quadro 4	Síntese das atividades realizadas no primeiro encontro	71
Quadro 5	Reflexões a respeito da NdC a partir de trechos da biografia de Lavoisier	71
Quadro 6	Síntese das atividades realizadas no segundo encontro	72
Quadro 7	Síntese das atividades realizadas no terceiro encontro	74
Quadro 8	Síntese das atividades realizadas no quarto encontro	75
Quadro 9	Conteúdos e temas dos planos de aula elaborados pelos licenciandos	76
Quadro 10	Síntese das atividades realizadas no quinto encontro	77
Quadro 11	Respostas referentes aos dados da Questão 1	78
Quadro 12	Respostas referentes aos dados da Questão 2	81
Quadro 13	Respostas referentes aos dados da Questão 3	85
Quadro 14	Respostas referentes aos dados da Questão 4	93
Quadro 15	Respostas referentes aos dados da Questão 5	95
Quadro 16	Respostas referentes aos dados da Questão 4B	98
Quadro 17	Temas e objetivos referentes aos planos de aula dos licenciandos	102
Quadro 18	Registros obtidos a partir dos planos de aula dos licenciandos ...	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Análise de Conteúdo
BNC	Base Nacional Comum
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DCNFP	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
HC	História da Ciência
HFC	História e Filosofia da Ciência
IFHIECEM	Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação Científica e Matemática
NdC	Natureza da Ciência
OCNEM	Orientações complementares para o Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN+	Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
RP	Residência Pedagógica
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
UC	Unidade de contexto
UCP	Unidade de Contexto de Plano de Aula
UD	Unidade Didática
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UR	Unidade de Registro

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
INTRODUÇÃO	17
1 HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	21
1.1 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA NATUREZA DA CIÊNCIA.....	25
1.2 HFC NO ENSINO DE QUÍMICA.....	29
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA A UNIDADE DIDÁTICA	36
2.1 O CURRÍCULO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UEL	36
2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	40
2.3 CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA	42
2.4 CUIDADOS HISTORIOGRÁFICOS	44
2.5 CONCEPÇÃO HISTORIOGRÁFICA DE THOMAS KUHN	45
2.6 SÍNTESE HISTÓRICA DA COMBUSTÃO DO SÉCULO XVIII	48
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	57
3.1 CONTEXTO DA PESQUISA	57
3.2 COLETA DE DADOS	59
3.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO	60
3.4 ELABORAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS E PLANOS DE AULA	62
3.4.1 Unidades De Contexto E De Registro Dos Questionários E Planos De Aula	63
3.5 APLICAÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA	68
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS	77
4.1 APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....	77
4.1.1 Análise da Questão1	77
4.1.2 Análise da Questão 2	81
4.1.3 Análise da Questão 3	84
4.1.4 Análise da Questão 4	92
4.1.5 Análise da Questão 4B	95

4.1.6	Análise da Questão 5	97
4.1.7	Análise dos planos de aula	102
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
	APÊNDICES	116
	Apêndice A Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	117
	Apêndice B Questionário prévio	118
	Apêndice B Questionário posterior	120
	ANEXOS	122
	Anexo A Biografia de Lavoisier	123
	Anexo B A identificação do oxigênio	125
	Anexo C Modelo de plano de aula	129

APRESENTAÇÃO

Iniciarei o texto relatando a minha trajetória, destacando as motivações que me conduziram ao desenvolvimento deste trabalho. Começarei meu relato pelo Ensino Médio, período em que tive meu primeiro contato com a Química e a afinidade pela disciplina ocorreu de forma imediata. Eu fiquei admirada quando entrei pela primeira vez em um laboratório e meu interesse em compreender o mundo na esfera submolecular foi sendo consolidado. Com o passar do tempo, o professor que lecionava a disciplina me incentivou a fazer o curso e me auxiliou com dicas para o vestibular.

Na época, eu que sempre gostei da disciplina de História, não imaginava que meu caminho profissional seria direcionado para as Ciências “exatas”, tampouco que me tornaria professora. No decorrer dos anos do Ensino Médio, com a maturidade para estudar as disciplinas, consegui estabelecer pequenas relações entre elas. Acredito que nessa época, de alguma forma, eu já compreendia a importância de um ensino envolvendo diferentes áreas do conhecimento.

Durante a minha Formação Inicial, na Universidade Estadual de Londrina – UEL, logo no início do primeiro ano da graduação em Licenciatura em Química, ingressei como bolsista no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID e a partir desse momento, a vontade de lecionar foi despertada em mim devido as abordagens e investigações realizadas no programa enfatizando a importância da História da Ciência (HC) e então, passei a compreender a contextualização histórica no ensino de Química.

Para mim é fundamental ressaltar o PIBID como o momento de divisor de águas em minha vida profissional, foi por meio deste programa que comecei a me desenvolver como futura professora e juntamente com a vontade de lecionar, comecei a aprofundar meus conhecimentos em HC.

Meus estudos foram sendo enriquecidos ao longo do tempo e por meio da influência da minha irmã, professora de Filosofia, me interessei pela área e comecei a estudar a História e Filosofia da Ciência (HFC). Desse modo, passei a compreender a potencialidade dessa abordagem para o desenvolvimento de aulas mais contextualizadas e atraentes para os estudantes, possibilitando o pensamento crítico a respeito da construção da ciência.

Após concluir a graduação, realizei três especializações na área da Educação e conheci o grupo de Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação em Ciências e Matemática – IFHIECEM¹, do qual passei a ser integrante como mestranda.

Desse modo, a minha proposta de investigar a HFC no ensino de Química foi sendo lapidada ao longo dos estudos e discussões e desde então, refletimos a respeito da possibilidade de trabalharmos com essa temática incluindo aspectos da Natureza da Ciência (NdC).

¹ IFHIECEM - Grupo de pesquisa e estudos de Investigações em Filosofia e História da Ciência e Educação Matemática – é coordenado pela professora e pesquisadora Dra. Irinea de Lourdes Batista. Os projetos de pesquisa, publicações e atividades do grupo podem ser encontrados no site eletrônico, disponível em: <<http://www.uel.br/grupo-pesquisa/ifhiecem/index.htm>>.

INTRODUÇÃO

Em uma aula de Química, ao ser questionada a respeito da importância do estudo dos modelos atômicos, a estudante Ângela do 1º ano do Ensino Médio afirmou que o estudo é essencial para a compreensão do átomo em relação a sua “descoberta” e estrutura.

No entanto, o que a estudante não entendeu é que o átomo não foi “descoberto”, ao invés disso, foram construídos modelos e teorias baseados nos trabalhos de vários cientistas.

Além disso, a construção de modelos e de teorias ocorrem processualmente, levando em consideração aspectos do contexto histórico, social, cultural e econômico que permeiam o desenvolvimento da ciência, resultando em mudanças ao longo do tempo.

A compreensão do caráter dinâmico da ciência Química é essencial, uma vez que o desenvolvimento científico não ocorre de forma isolada, acabada e neutra, mas sim, em constante construção e reconstrução (BRASIL, 2001).

Uma das razões para a compreensão equivocada dos estudantes em relação aos modelos atômicos está na reprodutibilidade dos docentes ao abordarem o conceito de átomo a partir dos modelos atômicos representados nos livros didáticos, uma vez que geralmente apresentam abordagens inadequadas e/ou superficiais dos conteúdos. No entanto, o livro didático é o instrumento mais utilizado nas escolas (PEDUZZI, 2001).

Além disso, ocorre a ausência de suportes teóricos nos conteúdos presentes nos livros didáticos para guiarem um ensino mais dinâmico, impedindo que os estudantes estabeleçam conexões, por exemplo, entre os modelos atômicos e a constituição da matéria (HOTTECKE; SILVA, 2010).

Essa breve problematização aponta alguns dos problemas que são evidenciados no ensino de Química para a Educação Básica. Além disso, estudos mostram que os docentes apresentam pouco conhecimento metodológico e/ou epistemológico dos conteúdos disciplinares que envolvem aspectos históricos e filosóficos, consequência da própria Formação Inicial.

Nesse sentido, a respeito da Formação Inicial dos professores, tem sido debatido nos cursos de licenciatura de áreas científicas, a incorporação da História e a Filosofia da Ciência (HFC) como uma abordagem para o ensino de

Química que oportuniza aos estudantes, a compreensão do processo da construção da ciência com ênfase nos aspectos sociais, culturais e econômicos que foram deixados à margem do Ensino de Ciências devido a tradição do ensino pela transmissão de conteúdo. Desse modo, o resgate desses aspectos permite que os conteúdos científicos sejam apresentados de forma desafiadora e reflexiva, contribuindo para o pensamento crítico (MATTHEWS, 1995).

Em relação a HFC e a Natureza da Ciência (NdC), enfatizamos alguns autores que apontam a importância do estudo desses aspectos para o ensino e a aprendizagem dos estudantes em um sentido crítico e transformador, possibilitando aos mesmos, a partir da abordagem histórica, cultural, social e econômica, a compreensão do desenvolvimento da Ciência (ABD-EL-KHALICK, 2013; GIL-PEREZ et al, 2001; HOTTECKE; SILVA, 2010; LEDERMAN, 1992; MATTHEWS, 1995; MARTINS, 2005; OSBORNE et al, 2003).

Sabendo da importância da incorporação da HFC no Ensino de Ciências e que para isso é necessário que os docentes apresentem conhecimento epistemológico e metodológico para o ensino dos conteúdos específicos de Ciências, optamos por desenvolver esta pesquisa com licenciandos atuantes do Programa de Residência Pedagógica (RP)² do curso de Química da UEL.

A relevância dessa investigação emerge da urgência em possibilitar aos futuros professores, uma pluralidade metodológica que enriqueça a sua prática docente, elencando aspectos históricos e filosóficos na construção do conhecimento científico.

Para isso, argumentamos nesta pesquisa, a importância da utilização de sínteses históricas para a abordagem da HFC de modo que os futuros docentes desenvolvam com os estudantes a “reflexão e discussão da gênese e da transformação de conceitos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, bem como a análise de diversos modelos de elaboração de conhecimentos” (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014, p.101). Desse modo, estudos históricos permitem que aspectos da NdC envolvendo a construção da ciência, sejam aprofundados e possibilitem o aprendizado mais contextualista³ do conhecimento científico.

² Disponível em: http://www.uel.br/prograd/documentos/editais/2020/edital_75_20.pdf.

³ Segundo Brower (1998): Contextualismo é a visão de que a proposição expressada por uma dada sentença de conhecimento depende do contexto na qual ela foi proferida, ou seja, os padrões ou critérios de conhecimento e justificação variam conforme o contexto.

O objetivo geral da pesquisa consistiu em investigar a abordagem da HFC com licenciandos do Programa de Residência Pedagógica do curso de Química da UEL. Para isso, estabelecemos alguns objetivos específicos:

- Analisar a estrutura curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade escolhida para a pesquisa.
- Identificar noções dos licenciandos a respeito da abordagem de HFC.
- Analisar indícios de aprendizagem dos licenciandos acerca dos aspectos históricos e filosóficos envolvidos na construção do conhecimento científico.

O texto da dissertação está estruturado em quatro capítulos que descrevem todo o processo utilizado para o desenvolvimento da investigação. O primeiro capítulo apresenta a importância da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências, especificamente para o ensino de Química a partir de aspectos da Natureza da Ciência. Ainda nesse capítulo, são apresentados alguns documentos educacionais para o ensino de Química com o propósito de observar a orientação desses para o ensino elencando aspectos históricos e filosóficos.

O segundo capítulo apresenta os aportes teóricos que guiaram a nossa pesquisa, elencando a estrutura curricular do curso de Licenciatura em Química da UEL com a finalidade de identificar orientações a respeito da abordagem HFC, bem como a teoria de aprendizagem escolhida e elementos que auxiliaram a construção de uma unidade didática, elencando aspectos históricos e filosóficos na construção do conhecimento científico.

O terceiro capítulo apresenta os procedimentos metodológicos que envolveram o contexto e escolha dos participantes, a elaboração dos questionários prévio e posterior e do plano de aula (validados pelo grupo IFHECEM) utilizados como instrumentos de análise, a descrição do método de análise utilizado e a aplicação da unidade didática, proposta a partir da síntese histórica a respeito do episódio da combustão no século XVIII.

O quarto capítulo apresenta os resultados e as interpretações acerca dos instrumentos de análise utilizados durante a unidade didática aplicada, com o intuito de aprofundar as discussões a respeito da abordagem desta pesquisa, dialogando com os aportes teóricos adotados.

Nas considerações finais, apresentamos algumas conclusões e

destaques que tiveram relevância nesta pesquisa. Buscamos refletir a respeito da importância da HFC para o ensino de Química, apontando possíveis melhorias levando em consideração todos os aspectos abordados durante o desenvolvimento da pesquisa.

1. HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Neste capítulo apresentamos a importância da HFC no Ensino de Ciências a fim de possibilitar a aprendizagem do conhecimento científico envolvendo os aspectos históricos e filosóficos. Desse modo, enfatizamos a incorporação desta abordagem no ensino de Química como suporte para a exploração dos aspectos da NdC.

Na sequência abordamos a HFC na Formação Inicial de professores considerando os desafios e a importância dessa inserção a fim de possibilitar o pensamento crítico. Para isso, elencamos os documentos que norteiam a formação docente em Química, a fim de observar como e se é feita a orientação para a HFC, bem como um levantamento de alguns estudos que apontam se e/ou como as disciplinas desse curso orientam essa abordagem, como meios de justificar a proposta do nosso trabalho.

Uma das tarefas fundamentais do docente é promover aos estudantes, uma visão transformadora, possibilitando a partir da educação, formas de intervenção no mundo. Além do domínio dos conteúdos específicos de cada disciplina, é importante que o docente tenha conhecimento das questões éticas, históricas e culturais, favorecendo a contextualização para que a sua prática não se reduza a uma mera transmissão de conteúdos (FREIRE, 1996).

Atualmente tem sido recorrente as discussões acerca da incorporação da HFC no ensino e aprendizagem dos conteúdos científicos. Esse debate ocorre pelo fato do Ensino de Ciências ter sido desenvolvido ao longo das décadas dissociado dos aspectos que permeiam a HFC, apresentando a concepção de ciência como consequência de um experimento ou a prova de uma teoria atrelada à ideia do método científico universal, em que existe uma relação linear entre teoria e experimento, corroborando a noção da construção da ciência como algo pré-determinado, acompanhado por um conjunto de regras bem definidas (MOURA, 2014).

Desse modo, estudos apontam a abordagem da HFC como um meio para o ensino contextualista em vários níveis com o intuito de reaproximar os interesses históricos, sociais, econômicos e culturais que divergiram do Ensino de Ciências ao longo do tempo a fim de tornar as aulas de Ciências mais desafiadoras e reflexivas (ABD-EL-KHALIC, 2013; MARTINS, 2005; MATTHEWS, 1995; MOURA,

2014; TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR, 2012).

De acordo com Matthews (1995), a humanização das ciências por meio da HFC tende a superar o “mar de falta de significação”, como ele mesmo aponta sendo o resultado de um ensino, em que fórmulas e equações são mostradas sem o compromisso do significado.

A HC é um campo de estudo que apresenta uma abordagem internalista que abrange fatos, leis e teorias consolidadas entre si e uma abordagem externalista, ou seja, incluindo aspectos sociais, políticos e culturais de acordo com o contexto histórico em que a ciência foi e é desenvolvida (MARTINS, 2005).

No entanto, muitos materiais, como os livros didáticos, por exemplo, acabam perpetuando visões reducionistas⁴ da ciência ao abordarem apenas os aspectos internalistas da HC na construção do conhecimento.

Um exemplo desses reducionismos está na atribuição do desenvolvimento da Química como ciência exclusivamente ao pensador⁵ Lavoisier que recebeu o título de “pai” da Química Moderna. Essa afirmação está equivocada ao excluir a participação dos demais pensadores envolvidos no processo da identificação do oxigênio e do estudo da combustão, ocultando o caráter colaborativo do desenvolvimento da ciência bem como o contexto social, histórico e cultural dos pensadores. Além disso, Lavoisier utilizou inúmeras técnicas provenientes da alquimia, que muitas vezes é resumida em sala de aula simplesmente ao misticismo ou é simplesmente desconsiderada do ensino (PRADO; CARNEIRO, 2018).

Desse modo, a tentativa de inserir a HC no ensino acaba falhando ao apresentar a ciência de forma linear, excluindo o caráter cooperativo e reforçando a visão do cientista como um gênio que vive isolado da sociedade. Além disso, não estabelece conexões entre as diferentes épocas em que a ciência foi sendo desenvolvida, contribuindo para a visão da ciência como um produto, uma verdade inquestionável e, portanto, perpetuando visões equivocadas a respeito da NdC (HIDALGO; LORENCINI, 2016).

Ao refletirmos os aspectos internos e externos da construção da

⁴ De acordo com Sjöström (2007): “a química é muito mais do que simplesmente uma produtora de novos materiais. Para o autor o discurso da química tem vários níveis, o que revela sua complexidade e de certa forma a credencia como um ramo legítimo da ciência”.

⁵ Em virtude do termo cientista ter sido proposto apenas no século XIX, apresentamos Lavoisier e seus colaboradores, como pensadores.

ciência e observarmos desafios acerca dos reducionismos da ciência, tem sido evidenciado a necessidade da integração da Filosofia da Ciência juntamente com a História da Ciência para um ensino cuja finalidade seja compreender os fatores ontológicos e epistemológicos que dizem respeito respectivamente ao valor da ciência para a sociedade e a origem do conhecimento científico, orientando inclusive o estudo da NdC (PRADO; CARNEIRO, 2018).

Quando compreendemos a complexidade que envolve o desenvolvimento científico bem como a importância de inserir no Ensino de Ciências os aspectos que fazem parte desse processo incluindo um ensino “em” e “sobre” a ciência, estamos nos referindo a HFC. Segundo Lakatos (1978, p.107): “A Filosofia da Ciência sem a História da Ciência é vazia; a História da Ciência sem a Filosofia da Ciência é cega”.

Atualmente tem sido debatido entre pesquisadores da área de Ensino de Ciências os benefícios que a inserção da HFC proporciona aos estudantes como a tomada de decisões, pensamento crítico e reflexões acerca do conhecimento científico ao invés de simplesmente memorizarem fórmulas e leis sem uma contextualização. Além disso, mostra-se como uma alternativa para o estabelecimento do diálogo e proximidades entre professor-aluno-conhecimento-sociedade (HIDALGO; LORENCINI, 2016).

Por isso é válido ressaltar algumas reflexões que devem ser realizadas pelos estudantes a partir da incorporação da HFC no Ensino de Ciências (KUHN, 2011), sendo elas:

- Distinção entre o que é científico e o que não é;
- Consideração do contexto cultural, social e histórico no qual uma determinada teoria ou pensamento científico é desenvolvido;
- Estudos das controvérsias científicas e mudanças de paradigmas;
- Compreensão dos aspectos que permeiam as revoluções científicas.

Nesse sentido, conhecer a dinâmica da construção da ciência é levar em consideração a evolução de ideias, problemas e soluções da ciência, conhecer os caminhos metodológicos que fazem parte da pesquisa, entender o contexto epistêmico e histórico como parte das contribuições da HFC para o ensino (BATISTA, 2007).

Outro fator para a utilização da HFC no Ensino de Ciências está em concordância com as propostas curriculares apresentadas pelos Parâmetros

Curriculares Nacionais (PCN), nas Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio (OCNEM) e nas Diretrizes Nacionais para a Educação Básica que apontam a necessidade da contextualização histórica, social e cultural do conhecimento científico a fim de possibilitar aos estudantes que a construção da ciência é humana e está diretamente relacionada ao desenvolvimento da sociedade levando em consideração o contexto social, histórico e cultural (BRASIL, 2000, 2006, 2013).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, é o documento educacional mais recente, sendo aprovado em 2018. No entanto, por ainda estar em processo de ser implementado, optamos por não incluí-lo nesta análise.

Portanto, enfatizamos a importância de uma aprendizagem que possibilite a ampliação do conhecimento científico envolvendo a cultura, a história e os demais aspectos que permeiam a sociedade, correlacionando-os aos princípios norteadores, conforme destaca os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's):

Deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2000, p.87).

Considerando a proposta, sugere-se então, uma abordagem histórica e filosófica abrangendo os contextos éticos, sociais, culturais e tecnológicos que possibilite aos estudantes, o questionamento, reflexão e investigação para compreenderem o processo da construção do conhecimento científico (MOURA, 2014).

No entanto, apesar das contribuições da HFC para o Ensino de Ciências, a escassez de material e de propostas didáticas tem sido obstáculos para uma abordagem mais ampla (FABRICIO, 2014).

A fim de superar os desafios apontados a respeito da dificuldade em inserir a temática da HFC no ensino, Hottecke e Silva (2010) apresentam algumas considerações que auxiliam na implementação da HFC em sala de aula, sendo eles:

- Trabalho docente em grupos, de maneira coletiva, adaptando a HFC de acordo com a realidade de cada ambiente;
- Envolvimento da pesquisa com a prática docente, em que especialistas auxiliam os docentes no trabalho com a temática;

- Apoio as inovações promovidas pela HFC por parte da administração da escola.

Dentro das possibilidades de contemplar a HFC com o propósito de alcançar os objetivos de ensino já descritos na perspectiva de uma compreensão crítica, encontra-se o estudo dos aspectos da NdC, que será aprofundado no próximo tópico.

Vale ressaltar que para a discussão da NdC é necessário que o docente apresente conhecimento metodológico e epistemológico do conteúdo técnico e das tendências historiográficas (Capítulo 2) a fim de enriquecer o ensino e tornar o aprendizado atrativo. Esses aspectos que norteiam a prática docente serão apresentados e discutidos nos tópicos seguintes.

1.1 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DA NATUREZA DA CIÊNCIA

O conhecimento científico não deve ser ensinado como um conjunto de verdades a respeito do mundo, mas sim, como um processo flexível e multidirecional de pensamento e aprendizagem baseado em investigações que aproximem os estudantes da realidade na qual as práticas científicas estejam inseridas (ABD-EL-KHALIC, 2013).

A compreensão da NdC tem sido considerada por pesquisadores, educadores e filósofos como um dos preceitos fundamentais para a formação docente e de estudantes mais integrados com o mundo e a realidade em que vivem, tornando-se mais críticos. Desse modo, considera o entendimento de como a ciência é elaborada e as influências que permeiam o seu desenvolvimento. Por isso, a defesa pela incorporação de discussões a respeito da NdC no Ensino de Ciências tem sido evidenciada em diversos contextos da educação, desde as políticas governamentais até as pesquisas acadêmicas (LEDERMAN, 1992).

É importante ressaltar que não há um consenso entre os pesquisadores quanto a definição do termo NdC, devido a complexidade dos saberes que envolvem as bases epistemológicas, filosóficas, históricas, e culturais da ciência (OSBORNE et al., 2003).

De acordo com Lederman et al. (2002), o termo Natureza da Ciência pode ser entendido como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger

questões relacionadas à epistemologia e sociologia da ciência, no que tange a forma de conhecimento, valores e crenças inerentes ao conhecimento científico incluindo a influência de elementos sociais, culturais e políticos em seu desenvolvimento.

Apresentaremos abaixo alguns aspectos consensuais entre a maioria dos pesquisadores que abordam o tema da NdC, tidos como características a respeito da construção do conhecimento científico (ABD-EL-KHALICK, 2013; LEDERMAN et al, 2003; GIL-PÉREZ et al., 2001).

A ciência é mutável, dinâmica e tem como objetivo buscar explicar os fenômenos naturais. A ciência se baseia em vários aspectos que permitem que esta seja dinâmica. A observação da natureza e a validade das informações científicas é estabelecida por meio das observações de fenômenos e, portanto, não deve ser considerada como um conhecimento estático, pois está em constante transformação. Sendo assim, não deve ser apontada como um conjunto de verdades absolutas. Pelo contrário, deve apresentar uma visão descontinuista, implicando na percepção de que ela muda com o decorrer do tempo.

Não existe um método científico universal. Não há um conjunto de regras universais a serem seguidas para elaborar a ciência. As metodologias podem ser variadas e os resultados também, sendo obtidos por caminhos diferentes. Isso implica afirmar que um mesmo fenômeno pode ser estudado e compreendido de modos distintos, todos podendo ser coerentes dentro dos limites de validade dos métodos e concepções empregados para estudá-lo.

A teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa. De um modo geral, pelo senso comum, tem-se a concepção de que uma teoria científica é a consequência de um experimento e que se realizado em um determinado número de vezes e de circunstâncias, prova a teoria. Essa visão mostra-se equivocada uma vez que estabelece uma relação linear entre teoria e experimento, corroborando a noção superficial do processo da construção do conhecimento científico, como se resultasse da realização de etapas pré-definidas. Desse modo, podemos afirmar que a ciência não se constrói sem os dois e nem apenas por eles, mas sim, a partir da construção de modelos, explicações, conceitos a respeito do mundo natural que são embasados pelo arcabouço de metodologias, pressupostos epistemológicos, sociológicos e filosóficos da ciência. Estas construções podem ser provisórias, transformando-se ao longo do tempo e a partir das sucessivas mudanças de contextos científicos, sociais e culturais.

A Ciência é influenciada pelo contexto social, cultural e político no qual ela é construída. A ciência não é neutra, ela não se desenvolve à margem da sociedade. Ao contrário disso, é influenciada diretamente pelo contexto histórico, social, cultural e político e esses aspectos desempenham um papel importante na aceitação, rejeição e desenvolvimento das ideias da ciência.

Os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros para fazer ciência. A construção da ciência é humana, os cientistas são pessoas comuns pertencentes há diferentes contextos sociais e culturais, que podem cometer erros e que utilizam suas crenças e expectativas para elaborar suas ideias. Sendo assim, diverge do pensamento do senso comum de que o cientista está alheio ao mundo ao redor, desenvolvendo uma ciência neutra e livre de influências.

Os aspectos da NdC apresentados deveriam fazer parte das reflexões na prática docente para que os estudantes tenham a possibilidade de compreender as dimensões que envolvem a construção da ciência.

De acordo com Adúriz-Bravo (2005), a NdC e a HC podem convergir e reunir-se em grupos temáticos com a finalidade de aprofundar o estudo de questões fundamentais acerca da construção da ciência, sendo elas a explicação de como a ciência é elaborada, a mudança da ciência ao longo do tempo e a sua relação com a sociedade e a cultura.

Segundo Capps e Crawford (2013), o Ensino de Ciências por meio da investigação da NdC contribui para a compreensão da ciência e engajamento dos estudantes nas discussões, uma vez que envolve o questionamento, planejamento e evidências processuais do desenvolvimento científico, possibilitando aos estudantes, um entendimento mais amplo e crítico da ciência.

No entanto, estudos mostram que docentes de diferentes níveis de ensino sugerem, mesmo que de modo inconsciente, visões científicas acerca do trabalho científico geralmente descontextualizadas, sem estabelecer relações entre a ciência e a sociedade (PENA; MESQUITA, 2018).

Ao estudar as noções dos estudantes de Ensino Superior acerca da NdC, Zanon e Machado (2013) afirmaram que eles permanecem com a ideia de que o cientista trabalha sozinho, não fazem menção à troca de informações ou à existência de uma comunidade científica.

Em estudos mais recentes, Portugal e Broietti (2020) investigaram o

conhecimento de formandos em Química no que tange os aspectos da NdC, evidenciando noções mais esclarecidas, principalmente em relação ao papel da criatividade no desenvolvimento da ciência. No entanto, os estudantes apresentaram concepções ingênuas referentes ao conceito de teorias e leis científicas de forma acentuada, apontando que esses aspectos internos da ciência precisam ser aprofundados na Formação Inicial.

A respeito desses aspectos, Chalmers (1993) aponta a existência da crença na ciência como uma verdade absoluta atribuída a um método científico supostamente infalível e inquestionável perpetuada pelo método empírico-indutivista, apresentando uma visão simplificada da experiência científica ao excluir a existência de hipóteses, ideias ou fatos, assumindo que os experimentos científicos têm a função de provar as teorias.

De acordo com Martins (1998), os docentes que apresentam uma visão da ciência como uma verdade inquestionável estão preocupados apenas em transmitir os conteúdos contribuindo para que a formação dos estudantes contemple apenas a memorização de fórmulas, leis e teorias dos conteúdos científicos e, por isso é necessário implementar estratégias metodológicas que auxiliem a prática docente.

Os resultados dessas pesquisas corroboram as visões reducionistas que são reproduzidas nas mídias, livros didáticos e pelos professores que não possuem noções adequadas em relação à NdC (PEDUZZI, 2001; SILVA et.al., 2005;).

Nesse sentido, a HFC, como já descrito, apresenta destaque como uma das maneiras de promover uma melhor compreensão da NdC, à medida que seus estudos historiográficos trazem elementos que fomentam discussões acerca do conhecimento científico incluindo os fatores internos e externos que a influenciam (MOURA, 2014).

No Ensino de Ciências é fundamental que os docentes considerem o trabalho dos cientistas atrelado à sociedade levando em conta os aspectos da NdC e para isso é necessário que além de apresentarem o conhecimento a respeito desses aspectos, os docentes sejam instruídos em como ensinar a NdC.

1.2 HFC NO ENSINO DE QUÍMICA

Considerando as visões reducionistas da ciência que são propagadas pela mídia, livros didáticos e reforçadas pelos professores e estudantes, pressupõe-se a necessidade de discussões aprofundadas acerca das características históricas e filosóficas da ciência a fim de possibilitar um ensino e aprendizado científico de maneira contextualista.

Nesse sentido, vários pesquisadores têm destacado cada vez mais a importância de uma abordagem histórica e filosófica para o Ensino de Ciências. Desse modo, aspectos ligados à HFC podem fornecer dados que auxiliem a justificativa de determinados conceitos, leis ou teorias, além de contribuírem para a compreensão do desenvolvimento científico como um processo e não como um produto como é sugerido pelo senso comum (WANG; MARSH, 2002).

Como já mencionado, possibilitar um ensino que ressalte a complexidade do desenvolvimento científico, potencializa a compreensão da ciência como uma atividade humana e estudos apontam que esse tipo de contextualização pode ser alcançado por meio NdC. Segundo Martins (1998):

Uma educação científica que apresente a ciência como um fazer humano, portanto contextualizado histórica e socialmente, que evidencie seu caráter inacabado, transitório, bem como as rupturas e transformações pelas quais essa atividade passou através dos séculos não pode, certamente, abdicar da história (MARTINS, 1998, p. 66).

Diante do exposto, enfatizamos a importância de uma aprendizagem que possibilite a ampliação do conhecimento científico envolvendo a cultura, a ética e os demais aspectos que permeiam a sociedade.

Nesse sentido, buscamos identificar em alguns documentos educacionais oficiais, orientações para o ensino e aprendizagem de Química a partir de abordagens históricas e filosóficas presentes na construção do conhecimento científico, sendo eles: Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (BRASIL, 2000); Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares – PCN+ (BRASIL, 2002); Orientações Curriculares para o Ensino Médio - OCNEM (BRASIL, 2006); Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Paraná – DCE/PR (PARANÁ, 2008); Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino

Médio - DCNEM (BRASIL, 2013) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica DCNFP/BNC - Formação (BRASIL, 2019). No Quadro 1 apresentamos a relação dos documentos e fragmentos textuais correspondentes a HFC.

Quadro 1 – Relação dos documentos educacionais analisados.

Documento oficial	Fragmento(s) do texto
PCNEM (2000)	<p>“A História da Química, como parte do <u>conhecimento socialmente produzido</u>, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus <u>avanços, erros e conflitos</u>.” (p.31)</p> <p>“[...] os estudantes podem julgar com fundamentos as <u>informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola</u> e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos.” (p.31)</p>
PCN+ (2002)	<p>“[...] reconhecimento de que o <u>conhecimento é uma construção sócio histórica</u>.” (p.87)</p> <p>“A Química pode ser um instrumento da formação humana que <u>amplia os horizontes culturais</u> e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de <u>interpretar o mundo e intervir na realidade</u>, se for apresentado como ciência, com seus <u>conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica</u>, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade.” (p.87)</p> <p>“O aprendizado de Química no ensino médio “[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da <u>construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas</u>.” (p.87)</p>
OCNEM (2006)	<p>“Contextualização de conhecimentos em atividades diversificadas que enfatizam a <u>construção coletiva de significados aos conceitos</u>, em detrimento da mera transmissão repetitiva de “verdades” prontas e isoladas.” (p.117)</p> <p>“Na formação da cidadania, <u>pela reflexão crítica (com conhecimento) e interativa sobre situações reais e existenciais para os estudantes</u>.” (p.118)</p> <p>“[...] aspectos <u>sociocientíficos</u> concernentes a questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas.” (p.119)</p>
DCE/PR (2008)	<p>“[...] estudo da história da disciplina e em seus <u>aspectos</u></p>

	<u>epistemológicos</u> , defende uma seleção de conteúdos estruturantes que a identifique como campo do <u>conhecimento constituído historicamente nas relações políticas, econômicas, sociais e culturais das diferentes sociedades.</u> ” (p.51)
DCNEM (2013)	“A ciência é conceituada como o conjunto de <u>conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história</u> , na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade.” (p.195) “A tecnologia é conceituada como a transformação da ciência em força produtiva ou mediação do conhecimento científico e a produção, marcada, desde sua origem, pelas <u>relações sociais que a levaram a ser produzida.</u> ” (p.195)
DCNFP/BNC - Formação (2019)	“Compreensão dos <u>fundamentos históricos, sociológicos e filosóficos</u> ; das ideias e das práticas pedagógicas; da concepção da escola como instituição e de seu papel na sociedade; e da concepção do papel social do professor. ” (p.7) “Construir um ambiente de aprendizagem que incentive os estudantes a solucionar problemas, tomar decisões, aprender durante toda a vida e colaborar para uma <u>sociedade em constante mudança.</u> ” (p.17) “Compromisso com as metodologias inovadoras e com outras dinâmicas formativas que propiciem ao futuro professor <u>aprendizagens significativas e contextualizadas</u> em uma abordagem didático-metodológica alinhada com a BNCC, visando ao <u>desenvolvimento da autonomia, da capacidade de resolução de problemas, dos processos investigativos e criativos, do exercício do trabalho coletivo e interdisciplinar</u> , da análise dos desafios da vida cotidiana e em sociedade, e das possibilidades de suas soluções práticas.” (p.4)

Fonte: adaptado de Brasil (2000; 2002; 2006; 2008; 2013; 2019).

Os documentos educacionais analisados (grifo nosso), apresentam algumas orientações que refletem na proposta desta pesquisa, apontando elementos que sugerem uma abordagem contextualista no ensino de Química.

Além disso, entendemos a existência de referências mais amplas que orientam a prática docente levando em consideração os fundamentos históricos, sociais e filosóficos que remetem a perspectiva de uma sociedade em constante mudança (MATTHEWS, 1995), além de práticas pedagógicas que contribuam para a formação cidadã dos estudantes.

Assim, estando em concordância com os documentos educacionais que apontam o ensino de Química levando em consideração a história e as

questões epistemológicas da mesma, defendemos que a prática docente deve englobar esses aspectos. Além disso, uma abordagem histórica e filosófica pode atuar como uma ponte para o entendimento do desenvolvimento da ciência socialmente contextualizada e em constante processo (BATISTA, 2004).

Espera-se que o ensino de Química dê significado ao desenvolvimento humano, subsídios para a compreensão do esforço coletivo de adaptação e transformação representado pela ciência. Quando se reduz a Química a fórmulas e equações matemáticas, propicia-se uma formação limitada, acrítica e sem espaço para questionamentos. Sendo assim, o ensino de Química não deve ignorar o desenvolvimento histórico das ideias científicas (FABRICIO, 2014).

Para a inserção da HFC, é necessário refletir a formação docente que, tem sido tema de diversas discussões no âmbito da importância da reaproximação do Ensino de Ciências com a História e a Filosofia para a formação crítica dos educadores e educandos (GIL-PÉREZ et al., 2001; MATTHEWS, 1995).

Nos cursos de Formação Inicial têm sido observados, despreparo dos docentes em relação a abordagem da temática da HFC. Desse modo, ao ministrarem a disciplina, podem apresentar noções equivocadas acerca da construção da ciência (HOTTECKE; SILVA, 2010).

A respeito das estratégias metodológicas envolvidas na abordagem da HFC, mesmo com a possibilidade do uso de recursos didáticos como as tecnologias e jogos lúdicos, por exemplo, os livros didáticos continuam sendo as principais fontes que norteiam a prática docente (PORTO, 2010).

Sabemos que os livros didáticos geralmente apresentam noções da NdC de maneira superficial, sem contemplar a proposta da HFC e, portanto, é necessário que o docente tenha conhecimento para identificar esses aspectos e buscar métodos alternativos para o ensino do conteúdo científico que contemple a NdC e possibilite a aprendizagem dos estudantes de modo investigativo.

De acordo com Vidal e Porto (2012) esses livros de modo geral, estão focados na resolução de problemas e métodos, apresentando a ciência como uma “busca por respostas aos problemas” impedindo o progresso da alfabetização científica⁶, uma vez que enfatizam a aprendizagem de respostas prontas excluindo a investigação.

⁶ Por alfabetização científica, destacamos o processo de construção do conhecimento científico vinculado às questões sociais visando uma formação cidadã (CUNHA, 2018).

Além disso, o docente precisaria estar disposto a uma ruptura com a cultura do Ensino de Ciências que está relacionado as concepções inadequadas do conhecimento científico. No entanto, essa cultura tradicional que é sustentada desde a formação inicial em que as disciplinas são vistas como verdades inquestionáveis e de difícil compreensão, confere ao professor um caráter profissional como o detentor do conhecimento. Essa questão define o encontro com o problema de mudança de cultura no sistema educativo como um todo (HOTTECKE; SILVA, 2010).

Conhecendo os desafios impostos a formação de professores, ressaltamos que o desenvolvimento profissional deve fazer parte do centro dessas discussões cujo objetivo seja o ensino de Química de forma contextualista e reflexiva, capaz de possibilitar aos estudantes uma formação crítica.

Para isso, além do conhecimento do conteúdo, o docente precisa apresentar uma compreensão epistemológica adequada para poder orientar o ensino de maneira dialógica. Dessa forma, é importante que pesquisas sejam realizadas a fim de apontar direções para o preparo docente. No entanto, Hottecke e Silva (2010) ressaltam que a questão cultural dos professores é um fator significativo no impedimento da mudança na educação científica.

Alguns autores têm destacado em seus estudos, saberes que consideram imprescindíveis para a prática docente. O autor Shulman (1987), propõe uma base de conhecimentos necessários para a profissionalização do docente, sendo três deles: conhecimento do conteúdo; conhecimento pedagógico geral e conhecimento pedagógico do conteúdo.

A respeito do conhecimento pedagógico do conteúdo, Shulman (1987) afirma que o conhecimento dos docentes em relação ao conteúdo é fundamental para possibilitar transformações no ensino e aprendizado. O autor destaca esse conhecimento como o mais importante, caracterizado como subjetivo do professor, uma vez que representa diversas maneiras de ensinar representando ideias, exemplos, ilustrações, entre outros.

Para Bolívar (2005), além do conhecimento do conteúdo e do conhecimento pedagógico geral, existe a necessidade de reconstrução do conteúdo levando em consideração o contexto da sala de aula e por isso, o autor insere o conhecimento do contexto.

Além disso, para que o docente possibilite noções adequadas da construção do conhecimento científico é imprescindível que ele apresente um

conhecimento das características essenciais do trabalho científico, uma vez que, concepções inadequadas podem levar a um ensino equivocado da NdC (GIL PÉREZ et al., 2001).

Sendo assim, Gil Pérez et al., (2001) realizou uma pesquisa investigativa com docentes e por meio de um levantamento bibliográfico foi observado que as inadequações conjecturadas são quase sempre as mesmas, desse modo, apresentaremos as inadequações mais observadas e realizaremos uma breve discussão a respeito das características essenciais do trabalho científico descritos pelo autor e seus colaboradores.

Uma concepção empírica indutivista ateórica: ressalta a neutralidade da ciência, assumindo o papel neutro da observação e da experimentação, sem levar em consideração a importância das hipóteses e de outros aspectos que norteiam o processo da construção da ciência. Desse modo, uma concepção mais adequada seria recusar a ideia de “salto indutivo”, ou seja, ao invés de estabelecer que a observação para determinados fenômenos particulares se estenda para todos, realizar uma investigação aprofundada.

Uma concepção rígida, algorítmica, exata, infalível: ressalta o papel do método científico como uma seleção de técnicas a serem seguidas de forma mecânica excluindo o caráter criativo que envolve o processo da ciência. Sendo assim, uma alternativa a essa concepção, seria a compreensão de que os cientistas são pessoas comuns, com crenças e ideias e, portanto, o caráter cultural deve ser levado em consideração.

Uma concepção aproblemática e ahistórica: ressalta a construção do trabalho científico a margem da sociedade, sem a influência dos aspectos sociais, culturais, econômicos e históricos que envolvem o empreendimento científico. Assim, concepções adequadas a respeito da construção da ciência envolvem a compreensão de que a ciência não é neutra.

Uma concepção exclusivamente analítica: ressalta a fragmentação dos estudos, sintetizando o processo da ciência, desconsiderando a interdependência das partes. Assim, uma concepção mais adequada seria a busca pela contextualização do trabalho científico ao invés de apresentá-la de forma simplificada.

Uma concepção acumulativa de crescimento linear: ressalta a linearidade da ciência e atribui um caráter acumulativo sem considerar as crises e as

reformulações envolvidas no desenvolvimento da ciência. Desse modo, uma concepção mais adequada seria a compreensão de que a ciência pode ser falível e passível de mudanças ao longo do tempo.

Uma concepção individualista e elitista: ressalta o papel dos cientistas como seres extraordinários que vivem de forma isolada, desconsiderando o papel fundamental do trabalho coletivo dos cientistas. Sendo assim, uma forma alternativa para essa concepção seria apresentar a construção da ciência de modo cooperativo.

Uma concepção socialmente neutra da ciência: ressalta a construção do conhecimento científico desconectado da sociedade, desconsiderando as relações complexas estabelecidas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Desse modo, uma concepção mais adequada seria a compreensão do caráter social do desenvolvimento científico.

Em contraponto às inadequações apresentadas, apresentaremos a seguir alguns aspectos apontados por Gil Pérez e seus colaboradores (2001) que favorecem a construção do conhecimento científico levando em consideração aspectos históricos e filosóficos.

Situações problemáticas abertas: propõe aos estudantes a participação da escolha de questões contextualizadoras com o objetivo de poderem tomar decisões para estudá-las, levando em consideração um nível de dificuldade adequado.

Interesse das situações: propostas que apresentem sentido ao estudo considerando suas implicações para a sociedade e estabelecendo relações interculturais, procurando evitar discriminações e linguagens sexistas.

Análise qualitativa: auxílio para a compreensão e organização das situações problemáticas, envolvendo o interesse pelo problema, nível de conhecimento e guiando a formulação de perguntas contextualizadoras.

Formulação de hipóteses e estratégias: considera o conhecimento prévio e propicia o desenvolvimento crítico.

Análise atenta dos resultados: momento para a reflexão, os estudantes confrontam suas ideias a partir de condições que favoreça a auto regulação dos estudantes.

Perspectivas e implicações CTS: redefinir o estudo, reformulando seu conhecimento, atribuindo novos significados e considerando possíveis

aplicações.

Dimensão coletiva do trabalho científico: organizando grupo de trabalho e facilitando a interação entre esses grupos e a comunidade científica.

Desse modo, considerando a natureza do trabalho docente que consiste no processo de humanização dos alunos historicamente situados, espera-se que os cursos de Licenciatura possam desenvolver com os futuros docentes, conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que lhes possibilitem construir seus saberes-fazer docentes conforme as necessidades e desafios presentes no ensino como prática social (PIMENTA, 1996).

Uma vez que os estudantes estiverem familiarizados com os aspectos históricos, eles se tornam mais receptivos aos detalhes mais profundos e complexos do conhecimento científico que estão associados a NdC. Assim, durante as aulas, podem ser atribuídas questões problemáticas para que os estudantes assumam o exercício do pensamento, questionamento e reflexão como características adequadas para o processo do aprendizado científico (ABD-EL-KHALICK, 2013).

Nesse sentido, refletir a respeito da Formação Inicial dos licenciandos em Química mostra-se pertinente, uma vez que é a partir da atividade docente em sala de aula que a exploração da HFC pode ser estabelecida.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA A UNIDADE DIDÁTICA

Neste capítulo descrevemos o arcabouço teórico que guiou a construção da nossa unidade didática. Salientamos que o desenvolvimento desta pesquisa apresenta caráter qualitativo, muito utilizada no contexto educacional, que tem o objetivo de investigar os fenômenos em toda a sua complexidade (BODGAN; BIKLEN, 1994).

2.1 O CURRÍCULO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UEL

O currículo pode ser definido como um instrumento de orientações, organização, regularização, entre outras funções, do ensino e aprendizagem. No âmbito educacional, propõe teorizações acerca dos conhecimentos considerados essenciais (SACRISTÁN, 2013).

Devido ao contexto específico dessa pesquisa, analisamos a grade curricular de Química da UEL, em que estão matriculados os participantes desta pesquisa.

Na UEL, o currículo do curso de Licenciatura passou por algumas reformulações ao longo das décadas, sendo as mais recentes, ocorridas em 2009 com vigência a partir de 2010 e 2018 com vigência a partir do ano de 2019.

Em decorrência da última reformulação ser muito recente para o estudo, nos guiamos pela resolução de 2010 em busca de orientações acerca da HFC na formação docente.

No Quadro 2 abaixo apresentamos as informações das disciplinas e a carga horária referente ao ensino de Química extraídas de sua resolução⁷.

Quadro 2 – Grade curricular do curso de Licenciatura em Química.

Disciplina	Ementa	Ano/Sem	Carga Horária
2FIL003 Filosofia da Ciência	Fundamento <u>epistemológico do conhecimento científico</u> . Ciência e valores. Pressupostos epistemológicos e prática docente.	1ºano/ 1S	30H
2QUI070 Química na Escola I	Perfil do profissional em Química/Licenciatura. Análises de documentos nacionais e do estado do Paraná referentes ao ensino de química. <u>Tendências do Ensino de Química</u> . Estudo dos projetos de ensino de química, com articulação de aspectos conceituais com abordagem teórica e/ou experimental, direcionados para o nível médio. Seminários.	1ºano/ A	60H
2QUI071 Química na Escola II	Visitas a escolas do Ensino Básico. Desenvolvimento de projetos de ensino de química, com articulação de aspectos conceituais com abordagem teórica e/ou experimental, direcionados para o nível médio. Seminários.	2ºano/A	60H
2QUI075 História da Química	<u>Abordagem histórica da química</u> antes de Lavoisier (alquimia) e as abordagens dos séculos XVIII, XIX e XX.	3ºano/A	30H
2EST310 Metodologia do Ensino de Química e	Objetivos do curso de Química no ensino médio; Teorias da aprendizagem de Ciências: principais tendências educacionais para o ensino de Química; Abordagem tradicional e <u>propostas alternativas no</u>	3ºano/1S	72H

⁷ Disponível em: http://www.uel.br/prograd/pp/documentos/2010/resolucao_284_09.pdf

Estágio Supervisionado I	<u>ensino de Química</u> ; Experimentação no processo ensino aprendizagem de Química; Função da linguagem no processo de formação de conceitos; <u>O uso de modelos e analogias no ensino de Química</u> ; <u>Materiais paradidáticos</u> no ensino de Química.		
2EDU010 Psicologia da Educação A	Psicologia da Educação – Paradigmas da aprendizagem e do desenvolvimento humano. Caracterização da adolescência. Variáveis que influenciam a aprendizagem: interação professor/aluno, afetividade, motivação e inteligência. Gestão de conflitos escolares: organização do ambiente de sala de aula, disciplina.	3ºano/1S	60H
2EDU011 Didática Geral A	A teoria e a prática da atuação do professor no processo ensino-aprendizagem. <u>Concepções de ensinar e aprender</u> . O ato de ensinar; planejamento, execução e avaliação.	3ºano/1S	30H
2EST311 Prática do Ensino de Química e Estágio Supervisionado II	Didática de Química e o exercício do magistério, Ensino de química no nível médio; Objetivos educacionais no exercício da Química; Os conteúdos e o planejamento de disciplinas de química; Recursos no ensino de Química.	3ºano/2S	112H
2QUI077 Ciclo de Leituras	Fundamentos das técnicas de leitura e escrita. <u>Leitura e interpretação de textos históricos, literários, técnicos e culturais, em diferentes níveis e contextos, relacionados à química</u> .	3ºano/A	30H
2EDU012 Política Educacional para a Educação Básica A	Educação como prática social e cultural e a escola como um dos espaços educativos. Formação histórica da organização escolar e seus projetos educativos a partir do século XX. A organização do sistema público de ensino no contexto da Educação Básica na legislação brasileira atual: aspectos administrativos e pedagógicos. Professor: formação e atuação.	4ºano/ 1S	30H
2EST313 Instrumentação para o Ensino de Química e Estágio	Laboratório para o Ensino de Química. Aperfeiçoamento no trabalho de manipulação de materiais de uso corrente em laboratório químico. Estudo crítico de projetos de ensino de Química. Elaboração e aplicação de aulas práticas para alunos	4ºano/ A	72H

Supervisionado III	do ensino médio. Planejamento e desenvolvimento do material didático para o conteúdo de química do ensino médio. Planejamento para construção, organização, uso e manutenção de laboratório de ensino de química do nível médio. Planejamento do destino de resíduos químicos gerados no laboratório de ensino do nível médio		
2EST312 Prática do Ensino de Química e Estágio Supervisionado IV	Elaboração e aplicação de aulas experimentais e teóricas para alunos do ensino médio. Fontes de informações: livros, periódicos, cd room, internet e outros.	4ºano/ A	144H
2__LIBRAS	Aspectos clínicos e educacionais da surdez. A cultura das pessoas surdas. Análise das tendências educacionais: segregação e inclusão de alunos surdos. Caracterização e desenvolvimento da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS): aspectos lógicos, morfológicos e gramaticais (sintaxe). Experimentação da utilização da Libras: desenvolvendo a expressão gestual-visual-especial. Análise do processo de tradução e interpretação: Libras/Português e Português/Libras.	4ºano/ 2S	30H

Fonte: http://www.uel.br/prograd/pp/documentos/2010/resolucao_284_09.pdf adaptado pela autora.

Ao analisarmos a grade curricular, notamos indícios de abordagens relacionadas a HFC (grifos nossos) em algumas disciplinas. De acordo com a ementa curricular, as disciplinas que apresentam indícios de possíveis abordagens históricas e filosóficas no ensino e aprendizagem são ofertadas em: Química na Escola I (1ºano); História da Química (3ºano); Filosofia da Ciência (1ºano); Metodologia do Ensino de Química e Estágio Supervisionado I (3ºano); Ciclo de leituras (3º ano) e Didática Geral A (3ºano).

Observando a obrigatoriedade de todas as disciplinas listadas no Quadro 2, entendemos que o curso de Química oferece a possibilidade de discussões históricas e epistemológicas. Desse modo, uma análise mais aprofundada desse enfoque foi realizada com os licenciandos a partir de um questionário prévio contendo perguntas referentes a HFC e posteriormente, com a

aplicação de uma unidade didática, a fim de investigar os indícios de aprendizagem no que tange o conhecimento histórico e filosófico para o ensino de Química.

2.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Atualmente, tem-se a aprendizagem mecânica como algo muito presente em sala de aula, cujo objetivo é o aprendizado automático, ou seja, o docente define o conceito e o estudante memoriza sem a existência do questionamento e da contextualização.

No caso do nosso trabalho com o enfoque histórico e filosófico para o ensino de Química, a aprendizagem mecânica diverge da nossa proposta. Sendo assim, nos guiamos tanto para a defesa da incorporação da HFC na formação docente para o ensino de Química como para a elaboração da nossa proposta de unidade didática embasada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

Seguindo a base do construtivismo de que todo conhecimento adquirido pelo ser humano pode ser proveniente de uma construção, a teoria construtivista de David Ausubel, indica que o ideal para o ensino, é considerar o conhecimento prévio do aluno ressignificando o conhecimento a fim de adquirir novos conhecimentos, alcançando indícios de uma Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 2000).

Nesse sentido a Aprendizagem Significativa consiste em atribuir significado ao conhecimento dos estudantes, seja no auxílio de uma resolução de problema específico em sala de aula ou de uma forma mais ampla para a vida dos estudantes. Podemos afirmar que a TAS é uma teoria que:

Caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não- literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, e adquire mais estabilidade (MOREIRA; MASINI, 1982; MOREIRA, 1999, apud, MOREIRA, 2000, p. 3).

O aspecto principal é compreender que em qualquer etapa do ensino formal, não importa a experiência do estudante, ele apresenta construtos mentais que orientam sua forma de pensar e agir, resultantes da interação social e cultural e por isso é de suma importância levar em consideração o conhecimento

prévio dos estudantes (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Desse modo, a Aprendizagem Significativa “parte da construção de conceitos que, na vida escolar e também no cotidiano do aluno, vão sendo reestruturados a partir de níveis de abstração cada vez mais complexos” (BATISTA; SALVI, 2006, p. 155).

A partir da reformulação do conhecimento, temos os indícios de aprendizagem. Por isso é imprescindível para o ensino e aprendizagem, identificar as concepções prévias dos estudantes acerca do fenômeno a ser estudado. Desse modo, o novo conhecimento é incorporado à estrutura cognitiva mediante uma relação substantiva e não arbitrária. Assim, um material educativo de aprendizagem significativa também deve relacionar-se de maneira não arbitrária e substantiva às ideias correspondentemente relevantes e inerentes à capacidade humana (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Os autores Ausubel, Novak e Hanesian (1980) apontam que a relação não arbitrária sugere que se o material educativo exibe um caráter não arbitrário é porque existe uma base adequada capaz de relacioná-lo de maneira não arbitrária ao aprendizado relevante para os seres humanos. A relação substantiva sugere que, se o material de aprendizagem for não arbitrário, permitirá que um símbolo ou grupo de ideias equivalentes se relacionem à estrutura cognitiva sem alteração resultante no significado.

Assim, podemos afirmar que a TAS é progressiva devido a forma como o processo dos significados vão sendo construídos. Os princípios programáticos da TAS envolvem além da diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação.

Na diferenciação progressiva, o conhecimento prévio acaba se transformando a partir da aquisição do novo conhecimento. Essa abordagem assume a introdução dos aspectos mais relevantes desde o início, sendo desenvolvido por meio de exemplos, interpretações, resolução de problemas. A reconciliação integradora envolve a programação do conteúdo que apresente um intercâmbio entre os conceitos e as proposições, estabelecendo uma relação de comunicação para diferenças e semelhanças, reconciliando inconsistências reais e aparentes (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978; MOREIRA; MASINI, 1982).

De acordo com Moreira (2009), o princípio da organização sequencial tende a facilitar a aprendizagem significativa desde que o conhecimento

do material antecedente organize o material subsequente. Para isso, a organização sequencial deve depender, em certos momentos, do efeito facilitador da disponibilidade de concepções prévias relevantes na estrutura cognitiva.

O princípio da consolidação implica na construção e compreensão de novos conhecimentos. Segundo Moreira (2009, p.44): “insistir na consolidação dos conhecimentos adquiridos, pois a aprendizagem significativa requer também prática, exercício”.

Para isso, a interação desses conhecimentos deve ser possibilitada pelo docente de forma que o conhecimento prévio seja enriquecido e o novo conhecimento apresente significado pessoal. Além disso, em sua prática pedagógica, é importante que o educador não exclua do ensino os fatos históricos, sociais e culturais necessários para possibilitar o processo de ensino e de aprendizagem de modo amplo e atrelado à sociedade (MORTIMER, 1995).

Desse modo, conforme aponta Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o desenvolvimento das aulas deve estar orientado sob uma base de princípios e conceitos compreensíveis e as atividades envolvidas devem propiciar o pensamento crítico.

2.3 CONSTRUÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA

Para a realização da nossa pesquisa, optamos pelo desenvolvimento de uma Unidade Didática (UD). Segundo Zabala (1998, p.78): “[...] a Unidade Didática é um conjunto de atividades, estruturadas e articuladas para a consecução de um objetivo educativo em relação a um conteúdo”.

As características de uma UD envolvem: objetivos específicos, variáveis complexas da prática educativa, função desempenhada por cada uma das atividades no processo de construção do conhecimento e a funcionalidade das atividades (ZABALA, 1998).

O autor afirma que a estrutura da UD deve ter “[...] a virtude de manter o caráter unitário e reunir toda a complexidade da prática, ao mesmo tempo que são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação” (Zabala, 1998, p.18).

As atividades desenvolvidas devem possibilitar condições de aprendizagem dos conceitos de forma complexa em relação ao processo de

elaboração que os envolvem. Para isso, o autor deixa explícito a importância das relações que devem ser estabelecidas entre professores, estudantes e os conteúdos no processo de ensino e de aprendizagem. Desse modo, Zabala (1998) destaca exemplos de características que constituem uma UD:

- Permitir determinar os conhecimentos prévios das/os docentes em relação aos conteúdos;
- Propor conteúdos de forma que sejam significativos e funcionais para os docentes;
- Provocar um conflito cognitivo e promovam a atividade mental, necessária para que estabeleçam relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios;
- Promover uma atitude favorável e ser motivador em relação a aprendizagem de novos conteúdos;
- Auxiliar os docentes a adquirir habilidades relacionadas ao aprender a aprender, que lhes permitam ser cada vez mais autônomos em relação a essa aprendizagem.

Os autores Almouloud e Coutinho (2008) destacam o uso da UD para coleta de dados em investigações educacionais, propiciando ambientes favoráveis de ensino e aprendizagem. Assim, Zabala (1998) também aponta que a UD pode fortalecer as relações entre a teoria e a prática, uma vez que busca a inserção de atividades que possam contribuir para a ação docente em sala de aula.

No caso desta pesquisa buscamos construir uma UD com o intuito de propor um ensino com foco na significância dos conteúdos para os estudantes (MOREIRA, 2006).

Além disso, conforme previsto no PCN+ (BRASIL, 2002), é fundamental que os estudantes desenvolvam o pensamento crítico a partir da interação promovida pelo docente. Desse modo, o estudo da UD é justificado em virtude da sua importância no que tange as intenções educacionais em relação a definição dos conteúdos de aprendizagem e no desenvolvimento das atividades que possibilitem o aprendizado.

A UD construída e aplicada foi intitulada: aspectos históricos e filosóficos na construção do conhecimento científico, utilizando a combustão como conteúdo específico. Com isso, buscamos despertar a curiosidade dos licenciandos

e investigar os indícios de aprendizagem a respeito do desenvolvimento da ciência por meio da HFC. As etapas sistematizadas do desenvolvimento da UD estão descritas no Capítulo 3.

2.4 CUIDADOS HISTORIOGRÁFICOS

Para desenvolver uma UD, é importante ressaltar que não existe uma receita pronta a ser seguida para realizar investigações com abordagens históricas e filosóficas. No entanto, de acordo com Martins (2005), a escolha do tema deve ser original, uma vez que os temas que já foram abordados não acrescentam nada novo e as conclusões chegadas já são aceitas por todos. Além disso, investigar um tema que já foi estudado necessita de fontes que possibilitem novas interpretações, conhecimento e tempo disponível para a investigação e, portanto, para um pesquisador iniciante, escolher um tema que não apresente originalidade pode se arriscado.

Ressaltamos a necessidade do estudo aprofundado dos aspectos que permeiam os temas referentes ao conteúdo disciplinar, considerando o contexto histórico, social, econômico e cultural dos cientistas. Assim, é por meio de sucessivas revisões e correções que se torna possível construir aos poucos uma visão objetiva da História (MARTINS, 2005).

Para alcançarmos nossos objetivos, durante o planejamento da UD adotamos alguns cuidados historiográficos visando estabelecer uma “qualidade historiográfica” para nossa síntese histórica. É importante salientar que o termo “cuidados historiográficos” difere de “cuidados históricos”, como afirma Martins (2005b):

Pode-se chamar de “historiografia” a produção dos historiadores, para diferenciá-la da “história” – entendida como um conjunto de situações e acontecimentos pertencentes a uma época e a uma região – que é o objeto de estudo dos historiadores (MARTINS, 2005b, p.115).

Desse modo, compreendemos a historiografia como o produto primário da atividade dos historiadores, e para que ela exista é necessário o desenvolvimento de documentos que descrevam e reflitam a atividade científica, enquanto a História é consolidada pelo enlaçamento de atividades humanas ao

longo do tempo, existindo independentemente do trabalho dos historiadores (MARTINS, 2005).

Sendo assim, Martins (2005) sintetiza alguns cuidados básicos referentes à historiografia, que acreditamos ser relevantes para proporcionar qualidade à nossa síntese:

- Evitar uma síntese histórica puramente descritiva, que esteja carregada de datas e informações irrelevantes para o assunto que se pretende discutir.
- Evitar uma abordagem anacrônica da História da Ciência, ou seja, olhando o passado com os olhos do presente. Nessa situação, o pesquisador acaba procurando no passado apenas aquilo que é aceito atualmente, ignorando o contexto da época. Pelo contrário, deve-se estar familiarizado com a situação histórica, social e cultural da época.
- Não adotar o extremo oposto do anacronismo, em que o pesquisador considera apenas o contexto e as contribuições do passado, “ignorando completamente a História da Ciência moderna”.
- Desviar-se do “apudismo”, a citação de uma fonte por meio de outra fonte. Isso é arriscado por diversos fatores, como a possibilidade da citação ter sido distorcida ou retirada do seu contexto.

Desse modo, esses cuidados historiográficos guiaram o desenvolvimento da nossa UD em uma perspectiva contextualista, tentando evitar a pseudo-história, que pode acabar induzindo falsas impressões e estereótipos a respeito da construção do conhecimento científico (PAGLIARINI, 2007).

2.5 CONCEPÇÃO HISTORIOGRÁFICA DE THOMAS KUHN

Para a elaboração da nossa proposta de UD nos baseamos na historiografia de Thomas Kuhn. Para o autor, existem algumas fases durante a pesquisa que corroboram o progresso científico e essas fases que serão detalhadas a seguir, correspondem a pré-ciência, ciência normal, crise e revolução (KUHN, 2011).

A pré-ciência é caracterizada por apresentar vários paradigmas. Os paradigmas constituem em: “[...] realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma

comunidade de praticantes de uma ciência” (KUHN, 2011, p.13).

Na fase da pré-ciência, ocorre uma ampla divergência entre os pesquisadores, por exemplo, em relação à escolha de quais fenômenos devem ser estudados, quais devem ser explicados, as regras a serem seguidas, métodos e valores envolvidos da busca, descrição, significado dos termos envolvidos nas teorias, entre outros aspectos. A escolha de um paradigma em detrimento de outro, depende do poder explicativo de uma teoria. A escolha de um paradigma dominante está amparada em valores cognitivos como a adequação empírica, consistência entre as teorias de um paradigma e coerência com outras teorias vigentes (ALVES, 2013).

A luta entre candidatos à paradigmas, embora possa ser longa, tende a ter um vencedor se tornando dominante entre o grupo de pesquisadores de uma área de pesquisa. O que configura a constituição de um paradigma dominante é a sua inovação capaz de agrupar um conjunto de indivíduos em torno delas, afastando outras práticas distintas por meio de métodos e técnicas estabelecidos. Nesse momento, uma nova fase é estabelecida, denominada ciência normal (ALVES, 2013).

Desse modo, uma área de pesquisa torna-se uma ciência madura quando adquire um paradigma dominante, encerrando-se a fase pré-paradigmática (pré-ciência) e iniciando-se uma fase de ciência normal. De acordo com Kuhn (2011), ciência normal significa:

A pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior. Embora raramente na sua forma original, hoje em dia essas realizações são relatadas pelos manuais científicos elementares e avançados. Tais livros expõem o corpo da teoria aceita, ilustram muitas (ou todas) as suas aplicações bem-sucedidas e comparam essas aplicações com observações e experiências exemplares (KUHN, 2011, p. 29).

Durante a ciência normal, a maioria das divergências entre os pesquisadores desaparece, originando uma comunidade científica constituída por um conjunto de indivíduos que apresentam objetivos comuns que buscam uma solução para um conjunto de problemas a serem resolvidos. Nesse período, a ciência normal é caracterizada essencialmente como uma atividade de resolução

destes problemas específicos, conhecidos como quebra-cabeças. Para Thomas Kuhn (2011, p. 59): “um quebra-cabeça é uma categoria particular de problemas que servem para testar nossa engenhosidade ou habilidade na resolução de problemas.”

O quebra-cabeça possibilita ao pesquisador, o desafio de demonstrar a sua habilidade criativa na resolução de problemas, domínio na aplicação das técnicas, conceitos, e métodos que envolvem o paradigma (KUHN, 2011). Desse modo, a relação da ciência normal com a resolução de quebra-cabeças é estabelecida pelo compromisso dos cientistas com o aprimoramento do paradigma.

A ciência normal não visa produção de grandes novidades, pois, os fenômenos esperados em uma dada situação costumam ser previsíveis. Quando os resultados não coincidem com o esperado, o problema não é, em geral, atribuído ao experimento ou, mais precisamente, ao pesquisador (ALVES, 2013).

Contudo, alguns resultados podem extrapolar o esperado e pressuposto no paradigma, podendo impedir, inclusive, a resolução de certos quebra-cabeças. Para esse aspecto, Thomas Kuhn (2011) denomina como anomalias aqueles fenômenos que contradizem, de alguma maneira, as expectativas paradigmáticas.

No entanto, essas anomalias podem fortalecer ou reunir ainda mais a comunidade científica em torno do paradigma. Nesse caso, as anomalias podem levar a identificação de novas peças no quebra-cabeças, possibilitando a resolução ou aprimoramento desse paradigma. Quando as anomalias começam a ficar mais complexas, um paradigma pode entrar em crise, podendo levar a uma revolução científica, última fase da ciência descrita por Kuhn (ALVES, 2013).

O período de crise se caracteriza pela descrença no paradigma dominante, iniciado em parte da comunidade científica. Kuhn (2011, p. 126) afirma: “a crise ocorre quando o paradigma existente deixou de funcionar adequadamente na exploração de um aspecto da natureza, cuja explicação fora anteriormente dirigida pelo paradigma.”

De acordo com Thomas Kuhn (2011), a troca de paradigma envolve fatores cognitivos e objetivos, porém, o abandono de um paradigma também envolve fatores como a descrença no paradigma por parte de seus defensores em virtude de determinadas visões de mundo e, conseqüentemente, os pesquisadores tendem a se afastar do paradigma vigente.

Geralmente, o abandono de um paradigma ocorre quando o cientista se depara com outro paradigma capaz de reacender a sua esperança na resolução de quebra-cabeças. Quando esta troca de um paradigma por outro começa a ocorrer na comunidade de praticantes de uma ciência, a área de pesquisa entra em um novo estágio, o da revolução (KUHN, 2011).

Nesse período, Kuhn (2011, p. 125) considera: “[...] revoluções científicas são aqueles episódios de desenvolvimento não-cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com o anterior.”

Entre dois paradigmas deve haver sempre um conjunto de elementos contraditórios, seja em seu método, teorias ou pressupostos básicos. Na ausência deste conjunto de contradições, um paradigma pode ser considerado parte ou simplesmente um aprimoramento do outro (ALVES, 2013).

A exemplo disso, temos os paradigmas ptolomaico-aristotélica e copernicana em que, no sistema ptolomaico, Kuhn (2011, p. 25) aponta que: “[...] o Sol e a Lua eram planetas; a Terra não era. No sistema copernicano, a Terra era um planeta, como Marte e Júpiter; o Sol era uma estrela e a Lua uma nova espécie de corpo, um satélite.”

Essas diferenças se apresentam a fim de adequar investigações realizadas que não podem ser explicadas à luz do paradigma ou que não se acomodam aos seus conceitos em uso antes de elas terem sido realizadas. Nesse sentido, pressupõe-se que o novo paradigma seja capaz de resolver vários problemas que o paradigma anterior não conseguia, uma vez que os seus princípios metodológicos são mais adequados, precisos e com um conjunto de teorias mais rigoroso em relação aos elementos de estudo da investigação. São tais fatores, dentre outros, originados pela troca de um paradigma dominante por outro, que caracterizam o progresso na ciência para Thomas Kuhn (ALVES, 2013).

2.6 SÍNTESE HISTÓRICA DA COMBUSTÃO DO SÉCULO XVIII

Com base nos aportes teóricos apresentados, construímos nossa UD a partir de uma síntese histórica acerca da combustão do século XVIII com a finalidade de investigar aspectos históricos e filosóficos na construção do conhecimento científico. Tanto o contexto histórico quanto o conceito científico foram

escolhidos devido a potencialidade da temática para a inserção da HFC, uma vez que possibilita relações entre a História da Química e a Filosofia da Ciência. Com isso, buscamos contribuir para a prática docente dos futuros professores.

Para a elaboração da UD, utilizamos referências dos seguintes trabalhos (BRAGA et al, 2000; FABRICIO, 2014; KUHN, 2011; LAVOISIER, 2014; MARTINS, 2006; MOCELLIN, 2011; PRADO; CARNEIRO, 2018; TOSI, 1986).

Destacamos que a síntese foi realizada com base na perspectiva Kuhniana da ciência e, portanto, assumimos a teoria do flogisto como o paradigma vigente, suas limitações ao explicar os fenômenos da calcinação de metais e da combustão como as anomalias e a identificação do oxigênio como uma das bases para a revolução da Química (KUHN, 2011).

Além disso, buscamos desmistificar o título de “pai” da Química Moderna atribuído ao Lavoisier (1743-1794), enfatizando o papel do trabalho coletivo no empreendimento científico com a participação de outros pensadores (ANEXO B): Joseph Priestley (1733-1804), Carl Schéele (1742-1786), Guillaume-François Rouelle (1703-1770), Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Claude-Louis Berthollet (1748-1822), Antoine François de Fourcroy (1755-1809); Otto Von Guericke (1602-1628), Henry Cavendish (1731-1810); Robert Boyle (1627-1691) , Robert Hooke (1635-1703) e pela própria esposa de Lavoisier, Marie-Anne Paulze (1758-1836).

Entre os séculos XVII e XVIII, Georg Stahl, baseado no princípio aristotélico dos quatro elementos formadores da matéria: terra, ar, fogo e água, desenvolveu uma teoria para explicar as reações químicas, principalmente as ocorridas na presença de fogo. Stahl acreditava na existência de um “princípio fogo” que se desprendia das substâncias quando eram aquecidas. Para ele, o “princípio fogo”, denominado flogisto, estava combinado com a terra presente nos corpos ou no ar e, portanto, não era possível ser isolado ou visto. Em meados do século XVIII, a maioria dos químicos explicavam os fenômenos da calcinação e da combustão por meio desta teoria (TOSI, 1986).

A Equação 01 a seguir, representa a dinâmica do aquecimento do metal produzindo uma cinza, denominada “cal” e liberando o flogisto:



Equação 01 – representação do fenômeno da calcinação de um metal

Fonte: (FABRÍCIO, 2014, p.46)

Stahl afirmava que os materiais combustíveis como o carvão, por exemplo, liberariam todo o flogisto e restaria apenas as cinzas, conforme representado na Equação 02.

Carvão → flogisto + cinzas

Equação 02 – representação do fenômeno da combustão do carvão

Fonte: (FABRÍCIO, 2014, p.47)

De acordo com a teoria, também era possível transformar a cal no metal, reconstituindo o material. Para isso, era necessário aquecer a cal na presença do combustível, este transferiria o flogisto para a cal, que, ao absorvê-lo, reconstituiria o material, representada pela Equação 03.

Combustível + cal → metal

Equação 03 – representação da reconstituição de um metal

Fonte: (FABRÍCIO, 2014, p.47)

A teoria do flogisto constituía o paradigma vigente desse período uma vez que era capaz de explicar diversos fenômenos da Química e, portanto, era aceita pela comunidade científica sem contestações. A observação do aumento de peso durante a calcinação dos metais, embora sendo uma anomalia (KUHN, 2011), não foi relevante para os estudos durante um determinado tempo, mesmo sendo um dado inesperado, uma vez que deveria ocorrer uma diminuição do peso do material devido a perda do flogisto.

Devido a teoria do flogisto explicar aparentemente de modo satisfatório vários fenômenos, houve hipóteses a fim de ajustar a anomalia do aumento do peso à teoria. Stahl defendia a existência de espaços vazios na matéria restante, tornando-a mais densa, outros apontavam a atribuição de um “peso negativo” ao flogisto, repellido pela terra (PRADO; CARNEIRO, 2018).

Outros cientistas também desenvolveram seus estudos acerca da combustão à luz da teoria do flogisto, como o pensador britânico Joseph Priestley (1733-1804). De acordo com Martins (2006), o estudo dos “ares” chamou a atenção de Priestley que realizou vários experimentos, entre deles, colocar uma vela em

contato com o “ar fixo”⁸ e constatar que a chama se apagava rapidamente. Outros experimentos incluindo a exposição de animais e a inclusão da vela com as plantas, permitiram algumas observações. De acordo com Martins (2006), Priestley:

Imaginou que tanto a respiração quanto a queima de uma vela enchiam o ar de uma certa substância especial, o flogisto; e que o ar só era capaz de armazenar uma certa quantidade dele. Depois que o ar estivesse saturado, não poderia mais receber flogisto, e a respiração e a queima seriam impossíveis. As plantas conseguiriam retirar esse flogisto do ar, produzindo ar deflogisticado, adequado para a respiração e para a combustão (MARTINS 2006, p.177).

Estudos com conclusões similares aos experimentos de Priestley, foram realizados por Carl Shéele em 1772, um pensador sueco cujo trabalho foi publicado apenas em 1778 (FABRÍCIO, 2014).

Ao longo do século XVIII, com as transformações no plano religioso, econômico e social, um movimento filosófico denominado iluminismo se consagrou na Europa, com o intuito de propor novas formas de pensar o mundo. Essa nova racionalidade levou à construção de uma nova cultura, refletida diretamente na produção de conhecimento (BRAGA et al, 2000).

A Química até meados do século XVIII, não era considerada ciência, pois era vista como uma atividade ligada a alquimia, sem as bases racionais que esta ciência deveria ter. Adeptos do movimento iluminista, alguns químicos como Guillaume-François Rouelle, Louis-Bernard Guyton de Morveau, Claude-Louis Berthollet e Antoine Laurent Lavoisier buscaram a valorização da ciência com base na racionalidade e exatidão, construindo-a como uma ciência acadêmica (MOCELLIN, 2011).

O pensador Lavoisier (ANEXO A), foi um dos principais nomes inseridos no movimento iluminista e tinha o objetivo de organizar uma nova Química, desconsiderando qualquer referência atrelada a alquimia. Com formação em Direito, passou a se dedicar as ciências devido seu interesse por Geologia e, também mantinha ações em uma empresa chamada Ferme Générale, responsável por cobrar impostos, devido ao seu interesse por economia (BRAGA et al, 2000).

⁸ Joseph Black (1728-1799) chamou de “ar fixo” os compostos que desprendiam uma espécie de “ar” ao serem submetidos a um intenso calor ou ácidos. Segundo ele, o ar estava fixo às substâncias e apenas se desprendia mediante o aquecimento ou contato com ácidos (TOSI, 1986).

Lavoisier reconheceu que a teoria do flogisto explicava vários fenômenos, porém, era necessário supor a existência de matéria no fogo, flogisto e em todos os materiais combustíveis. Segundo ele:

[...] mas se pode provar a existência do flogisto nessas substâncias aos partidários da teoria, eles caem num círculo vicioso: dizem que os corpos combustíveis contem a matéria do fogo porque queimam e queimam porque tem matéria do fogo. Isso é explicar a combustão pela combustão (LAVOISIER, apud TOSI, 1986, p.42).

Além disso, devido ao caráter espiritual presente em sua teoria, o flogisto era considerado metafísico⁹ por vários pensadores, incluindo Lavoisier e, por isso, deveria ser reformulada. No entanto, para que isso ocorresse, a nova teoria deveria ser abrangente, explicando além dos fatos que a anterior explicava, também as anomalias na ciência.

A princípio, Lavoisier trabalhou com a teoria do flogisto e com a dos quatro elementos com o intuito de desfazer as peças do quebra-cabeça (KUHN, 2011) para reconstruí-la sob uma nova perspectiva. No entanto, a maioria das peças já existia a partir dos estudos desenvolvidos acerca do “ar” desde o século XVII (ANEXO B).

Os pensadores Boyle e Hooke, aperfeiçoaram os equipamentos capazes de recolher os gases desprendidos durante as reações químicas e esses métodos foram fundamentais para o trabalho dos ingleses do século XVIII, podendo contar com instrumentos sofisticados de pesquisa (TOSI, 1986).

Lavoisier tomou conhecimentos das pesquisas acerca do ar, a partir das traduções realizadas por sua esposa Marie Anne, tradutora e ilustradora, que produziu ilustrações das vidrarias para o laboratório de Lavoisier. Além disso, Marie Anne foi a principal colaboradora de Lavoisier, auxiliando em seus experimentos (BRAGA et al, 2000).

Tendo conhecimento dos estudos a respeito do ar, Lavoisier realizou inúmeros experimentos com a finalidade de aprofundar os estudos acerca dos “ares”. Em meados de 1773, submeteu ao aquecimento, materiais como o fósforo e o enxofre, constatando após a combustão, que os resíduos se

⁹ Por metafísica, assumimos que: “os mecanicistas do século XVIII tentaram afastar toda e qualquer explicação que não tivesse por base a existência de corpos que pudessem ser observados ou ter sua existência comprovada experimentalmente” (BRAGA et al, 2000, p.28).

apresentavam mais “pesados” do que os corpos originais (FABRÍCIO, 2014).

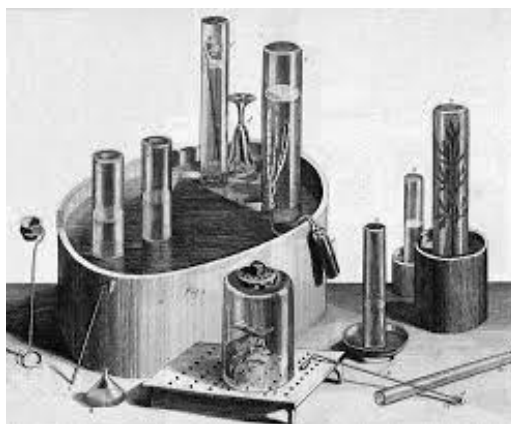
De acordo com Tosi (1986), no decorrer de 1773, Lavoisier realizou vários experimentos estudando os efeitos de carbonatos de cálcio, metais alcalinos e óxidos metálicos, observando fenômenos de efervescência dos carbonatos reagindo com ácidos, além de precipitações de sais metálicos pela ação dos hidróxidos alcalinos e carbonatos.

É possível notar que vários pensadores se dedicavam ao estudo dos fenômenos da natureza e aprimoravam técnicas já desenvolvidas, como no caso do estudo acerca do “ar”. De acordo com Kuhn (2011), esses estudos representaram o período de ciência normal, no qual, os cientistas buscam aperfeiçoar as teorias já existentes para obterem maior precisão dos resultados.

Assim, várias substâncias foram identificadas em experimentos com materiais metálicos pela ação de ácidos. O pensador Priestley, também constatou em seus experimentos, a identificação do óxido nítrico, chamando-o de óxido nitroso (TOSI, 1986).

Em 1774, Lavoisier encontrou-se com Priestley em Paris, em que ambos expuseram seus estudos. Priestley, que acreditava na teoria dos quatro elementos, atribuía ao ar a denominação de “ar desflogisticado”, pois defendia que era o mesmo ar do princípio aristotélico, só que sem a presença do flogisto (FABRÍCIO, 2014). A Figura 1 apresenta equipamentos utilizados por Priestley para a análise dos “ares”.

Figura 1 – Tina pneumática utilizada por Priestley em suas experiências



Fonte: (BRAGA et al, 2000, p.42)

Lavoisier começou a planejar diversos experimentos e repetir os de Priestley, a fim de analisar a participação do ar nos processos de combustão e

calcinação dos metais, pois acreditava que as experiências realizadas por Priestley estavam equivocadas. Nas palavras de Lavoisier (2014):

A admissão de quatro elementos que, pela variedade de suas proporções, constituem todos os corpos que conhecemos, é uma hipótese pura imaginada muito antes de termos as primeiras noções de física e química experimentais. Ainda não tínhamos fatos e formamos sistemas; agora que reunimos os fatos, parece que estamos nos esforçando para afastá-los, quando eles não quadruplicam com nossos preconceitos; pois é verdade que o peso da autoridade desses pais da filosofia humana ainda é sentido, e que, sem dúvida, ainda pesará sobre as gerações futuras (LAVOISIER, 2014, p.7).

Uma das primeiras tarefas de Lavoisier, foi identificar o conjunto de gases provenientes da combustão e calcinação, uma vez que foi constatado que o ar atmosférico não era um elemento puro. O primeiro deles, foi o “ar desflogisticado” de Priestley, em que ao observar que a chama de uma vela submetida ao aquecimento ficava mais intensa, Lavoisier notou que era a parte combustível do ar atmosférico, responsável pela queima das substâncias (FABRICIO, 2014).

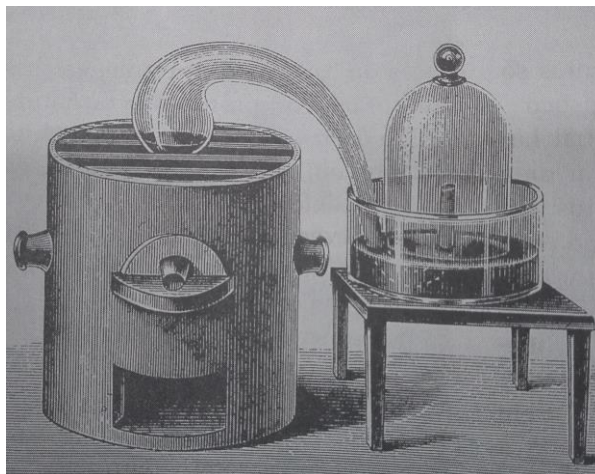
Em 1775, Lavoisier realizou experimentos utilizando uma retorta contendo em sua extremidade, uma campânula cheia de água, invertida sobre uma cuba também contendo água. Ele realizou a redução da cal de mercúrio com carvão e constatou que o ar despreendido era um “ar fixo”. Repetindo a mesma experiência, mas sem a adição de carvão, observou a obtenção de um gás insolúvel em água e, a partir de outros experimentos utilizando óxido nítrico, observou a capacidade desse gás em manter a respiração e a combustão (TOSI, 1986).

De acordo com Tosi (1986), Lavoisier apresentou uma memória desses resultados em 1775, conhecida como memória da Páscoa, na qual ele declara:

Todas essas circunstâncias convenceram-me plenamente que esse ar era não somente ar comum, mas também era mais respirável, mais combustível e, conseqüentemente, que era mais puro, ainda, que o ar no qual vivemos e concluiu: parece provado do que precede que o princípio que se combina com os metais durante sua calcinação e que aumenta o seu peso, não é outra coisa senão a porção mais pura do mesmo ar que nos rodeia, que respiramos e que passa, nessa operação, do estado de expansibilidade ao de solidez; portanto, se ele é obtido no estado de ar fixo, em todas as reduções metálicas onde se emprega o carvão, é ao próprio carvão que é devido esse efeito e é muito provável que, se pudesse reduzir todas as cales metálicas, sem adição (de carvão), como no mercúrio precipitado, elas produziram ar comum. (LAVOISIER, apud TOSI, 1986, p.39).

A Figura 2 apresenta o aparelho utilizado por Lavoisier durante seus experimentos.

Figura 2 – Aparelho de Lavoisier para o estudo do óxido de mercúrio



Fonte: (BRAGA et al, 2000, p.42)

É válido destacar que, apesar da constatação de Lavoisier de que o produto da decomposição do óxido de mercúrio era mais “respirável, puro e combustível”, acreditava que esse gás era o próprio ar atmosférico. Ele precisava tornar sua teoria irrefutável e para isso, precisava confirmar a existência de um “princípio” no ar, que se combinava com os materiais durante a calcinação, aumentando o seu peso (TOSI, 1986).

Segundo Tosi (1986), a princípio não parecia necessário para Lavoisier, questionar a natureza elementar do ar. Essa preocupação surgiu após ele tomar conhecimento das experiências realizadas por Priestley, identificando a verdadeira composição da atmosfera. De acordo com Priestley, o ar não era uma substância elementar, e sim, um composto.

Em suas anotações, Lavoisier destacou a relevância dos estudos de Priestley em seu trabalho, utilizando a expressão “ar desflogisticado de M. Priestley” para o oxigênio. Em 1775, ele atribui a essa expressão, o nome “princípio acidificante” ou “princípio oxigênio” ao identificar tal ar em determinados ácidos, pois no grego, oxus, significa ácido. Por fim, permaneceu com o nome de oxigênio (MARTINS, 2006).

Segundo Tosi (1986), a partir de 1777, Lavoisier publica uma

exposição sistemática de suas ideias em memórias, em que fundamenta a sua teoria em quatro fenômenos principais:

1) em toda combustão, se libera matéria do fogo e da luz; 2) a combustão não pode realizar-se senão numa só espécie de ar, que ele designa “ar puro”; 3) em toda combustão há destruição ou decomposição do ar puro e o corpo queimado aumenta de peso tanto quanto a quantidade de ar destruído ou decomposto; 4) em toda combustão na qual intervém essa ar substância queimada transforma-se em um ácido característico: o enxofre em ácido vitriólico, o fósforo em ácido fosfórico. A calcinação dos metais está submetida as mesmas leis. 1) produz a matéria do fogo; 2) não pode se produzir senão no ar puro; 3) corresponde a combinação desse ar puro com a substância calcinada (LAVOISIER, apud TOSI, 1986, p.41).

Vale ressaltar que Lavoisier não pretendia substituir a teoria do flogisto por outra que fosse sistematicamente demonstrada, mas sim, por uma teoria que pudesse explicar os fenômenos da natureza de modo mais preciso e menos contraditório (TOSI, 1986).

O período em que as anomalias presentes na teoria do flogisto tornaram-se mais complexas, este paradigma entrou em crise (KUHN, 2011), e quando a identificação do oxigênio permitiu explicar os fenômenos da combustão e calcinação dos materiais de modo satisfatório, tornou-se uma das bases para a revolução na Química.

Em 1783, novos experimentos realizados por Cavendish e Priestley estavam sendo realizados na Inglaterra com o intuito de produzirem orvalho a partir de descargas elétricas e durante os experimentos eles perceberam que o orvalho era representado pela água. Lavoisier tomou conhecimento desses experimentos e os refez a partir de análises de decomposição e recomposição da água, identificando além do oxigênio, também o “princípio do hidrogênio”. (BRAGA et al, 2000).

O novo conjunto de teorias configurou um novo paradigma, explicando os fenômenos que estavam limitados pela teoria do flogisto e começou a ser difundida na academia e aceita pelos químicos. Para Lavoisier e seus colaboradores seguidores do movimento iluminista, apenas as novas práticas científicas não seriam suficientes para transformá-la em uma ciência, seria necessário reformular a nomenclatura das substâncias (FABRÍCIO, 2014).

Em 1789, Lavoisier publica o Tratado Elementar da Química, sendo

um dos manuais mais divulgados e, segundo Kuhn (2011), uma forma de divulgação de pesquisas é por meio de Manuais Científicos.

A sistematização e matematização aplicada ao estudo dos fenômenos da natureza, constituíram bases para a consolidação da Química como ciência, reconhecendo-a como ciência moderna. A respeito das bases para o reconhecimento da Química como ciência, Lavoisier (2014) afirma:

A impossibilidade de isolar a Nomenclatura da ciência e a ciência da Nomenclatura está relacionada com o fato de que toda ciência física é necessariamente formada de três coisas: a série dos fatos que constituem, as ideias que as lembram, as palavras que as exprimem. A palavra deve fazer nascer a ideia, a ideia deve representar o fato; fazem-se três impressões do mesmo selo e, como são as palavras que conservam e transmitem as ideias, disso resulta que não se pode melhorar a linguagem sem aperfeiçoar a ciência, nem a ciência sem a linguagem, e que por mais certos que fossem os fatos, por mais justas que fossem as ideias geradas, elas ainda só transmitiriam impressões falsas, se não tivéssemos expressões exatas para designá-los (LAVOISIER, 2007 p.17).

Lavoisier foi condenado a guilhotina dia 8 de maio de 1794 e, após a sua morte, sua esposa Marie Anne, se dedicou a divulgação da obra de Lavoisier, sem medir esforços para que todo o trabalho dele não caísse em esquecimento. Em 1836, 42 anos após a sua morte, Jean-Baptiste Dumas (1800-1884), que lecionava um curso de História da Química, apresentou Lavoisier como o grande fundador dessa ciência devido a sua grande admiração por ele, passando também a se dedicar à divulgação de suas obras (BRAGA et al, 2000).

Vale ressaltar que a transformação da Química em uma ciência foi um processo realizado ao longo de muito tempo percorrendo além da sistematização e matematização dos conceitos, aspectos filosóficos. Além disso, é relevante enfatizar o trabalho dos demais pensadores envolvidos nesse processo incluindo a esposa de Lavoisier, Marie Anne, sua principal colaboradora.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo apresentamos as etapas metodológicas desta pesquisa que envolveram o contexto da pesquisa, a coleta de dados, método de análise e a aplicação da UD. Além disso, descrevemos o processo de elaboração dos questionários e dos planos de aula para os licenciandos com a finalidade de

investigar o conhecimento em relação a HFC.

Segundo Minayo (1996, p.101): “[...] a investigação qualitativa requer como atitudes fundamentais a abertura, a flexibilidade, a capacidade de observação e interação com o grupo de investigadores e com os atores sociais envolvidos.”

Ressaltamos a relevância da compreensão dos critérios que devem ser observados na produção da pesquisa orientados por um rigor e qualidade por meio de objetivos criteriosamente formulados, planejamento adequado, registro sistemático dos dados, verificação da validade de todo o seu processo e confiabilidade dos resultados (VIANNA, 2003).

3.1 CONTEXTO DA PESQUISA

A RP é um Programa recente, implementado em 2019, com o objetivo de aprimorar a prática docente, promovendo a inserção dos licenciandos, a partir da segunda metade de seu curso, no ambiente escolar de Educação Básica. Trata-se de um projeto institucional interdisciplinar fomentado pelo órgão de Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), atuando como uma formação complementar, possibilitando o fortalecimento dos saberes docentes. Desse modo, a proposta do Programa e o público alvo condizem com os objetivos deste trabalho que envolveram a investigação da abordagem da HFC com licenciandos do curso de Química da UEL a partir de objetivos específicos: análise da estrutura curricular do curso de Licenciatura em Química da universidade escolhida para a pesquisa; identificação das noções dos licenciandos a respeito da abordagem de HFC e análise dos indícios de aprendizagem dos licenciandos acerca dos aspectos históricos e filosóficos envolvidos na construção do conhecimento científico.

A aplicação da UD foi mediada pela própria pesquisadora aos licenciandos da RP que estão cursando a partir do 5º período do curso de Licenciatura em Química, durante o horário das reuniões semanais dos licenciandos, no horário das 16:00h às 18:00h distribuídas em cinco encontros.

A intervenção pedagógica foi desenvolvida nos dias 04, 11, 18, 25 de novembro e 09 de dezembro de 2020 com duração de 02h cada encontro. A carga horária total da UD teve duração de 20h, sendo 10h dedicada aos encontros síncronos online com a pesquisadora e 10h destinados a realização das atividades

assíncronas que envolveram a leitura dos textos, reflexões acerca de um vídeo e elaboração dos planos de aula.

A dinâmica das atividades da UD envolveu as reuniões no *Google Meet* e o registro de atividades no *Google Classroom* e toda a intervenção pedagógica foi contabilizada de modo formativo, ou seja, considerada como parte do cumprimento da carga horária mensal prevista pelo Programa.

A UD contou com dez participantes, sendo oito licenciandos (residentes), um preceptor (professor responsável da escola) e a coordenadora do Programa. No entanto, devido a proposta desta pesquisa, a análise foi realizada apenas com os residentes, estes foram identificados pela codificação D1, D2, D3, Dn..., com a finalidade de manter o anonimato deles.

Salientamos que os dados dos licenciandos foram analisados de acordo com a participação em todos os encontros, considerando a realização das atividades e interação nas discussões.

3.2 A COLETA DE DADOS

Os recursos utilizados para a coleta de dados foram: diário de campo da pesquisadora, questionários, gravações em vídeo e planos de aula.

A coleta de dados foi realizada durante toda a aplicação da UD por meio das anotações feitas pela pesquisadora, gravações de todos os encontros, respostas dos questionários (prévio e posterior) e planos de aula elaborados pelos licenciandos. Todos os instrumentos que possibilitaram a coleta de dados empíricos, estão descritos a seguir no Quadro 3.

Quadro 3 – Instrumentos utilizados para a coleta de dados.

Questionário prévio	Foi aplicado um questionário contendo cinco questões abertas (APÊNDICE B) com o intuito de identificar as noções prévias dos licenciandos em relação a História e Filosofia da Ciência. Todas as questões estão atreladas ao ensino de Química levando em consideração aspectos da natureza do conhecimento científico.
Gravações em vídeo	Todos os encontros foram gravados com o consentimento dos licenciandos. Por meio das gravações, foi possível ter acesso às discussões decorrentes das atividades e problematizações.

Diário de campo	A pesquisadora realizou anotações para obter registros das discussões como forma de auxiliar o aprofundamento da análise dos dados.
Planos de aula	Os licenciandos elaboraram planos de aula como um dos recursos para investigar os indícios de aprendizagem. Os planos de aula deveriam evidenciar aspectos da NdC.
Questionário posterior	Foi aplicado um questionário (APÊNDICE C) posteriormente com as mesmas questões do questionário prévio (exceto a questão 4, que foi substituída após os licenciandos terem tido orientações acerca da HFC) com o intuito de avaliar as noções posteriores dos licenciandos em relação ao desenvolvimento da abordagem.

Fonte: a própria autora.

Esta pesquisa delimitou-se em analisar os questionários (prévio e posterior) e os planos de aula, sendo que as demais informações coletadas serão utilizadas em publicações futuras.

Ressaltamos que todos os encontros foram gravados com o consentimento dos participantes, mantendo o compromisso ético de manter o anonimato de suas identidades.

3.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO

O instrumento escolhido para a análise dos dados desta pesquisa foi a Análise de Conteúdo (AC) da autora Laurence Bardin (2010) que afirma:

A análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a ‘discursos’ (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. O fator comum destas técnicas múltiplas e multiplicadas – desde o cálculo de frequências que fornece dados cifrados, até a extração de estruturas traduzíveis em modelos – é uma hermenêutica controlada, baseada na dedução: a inferência” (BARDIN, 2010, p. 11).

O trecho acima descreve a definição da autora para sua obra, Análise de Conteúdo que após os anos 1950 passou por algumas modificações, introduzindo a inferência, sendo uma: “operação lógica, pela qual se admite uma proposição em virtude da sua ligação com outras proposições já aceitas como verdadeiras” (BARDIN, 2010, p. 41).

Do ponto de vista metodológico, a AC pode apresentar tanto um caráter quantitativo, segundo Bardin (2010, p.22) no qual: “o que serve de informação é a frequência com que surgem certas características do conteúdo”, como um caráter qualitativo caracterizado pela “presença ou a ausência de uma dada característica de conteúdo ou de um conjunto de características num determinado fragmento de mensagem que é tomado em consideração.”

Assim, Bardin (2011) destaca a AC como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2011, p. 47).

De acordo com a autora, a AC é composta por três etapas: a pré-análise; a exploração do material; o tratamento dos resultados com a inferência e a interpretação que estão descritas a seguir.

A primeira etapa, consiste na pré-análise, ocorrendo a escolha dos documentos a serem analisados, a formulação de hipóteses e a elaboração de indicadores que irão fundamentar a interpretação final (BARDIN, 2010). Nesta etapa, como escolha dos documentos, selecionamos as respostas dos licenciandos aos questionários (prévio e posterior) e os planos de aula que constituíram o corpus da pesquisa, ou seja, “o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos” (BARDIN, 2010, p. 126) e implicam no seguimento de quatro regras:

Exaustividade: todos os elementos do corpus devem ser considerados e tratados pela técnica;

Representatividade: a análise pode ser realizada sobre uma amostra representativa do “universo inicial”;

Homogeneidade: a escolha dos documentos a serem analisados deve seguir critérios precisos de similaridade (técnica de produção, características das fontes, acervo temático);

Pertinência: deve ser assegurado que a escolha dos documentos a serem analisados apresente adequação com os objetivos da análise.

Buscamos contemplar as regras descritas considerando todas as

respostas aos questionários e elaboração dos planos de aula feitas pelos licenciandos sem exclusão de dados, com os mesmos objetivos para todos.

De acordo com Bardin (2010), deve ocorrer a preparação do material que neste trabalho constituiu-se na transcrição de todas as respostas presentes nos questionários e dos planos de aula. Optamos pela elaboração de Unidades de Análise prévias, que são constituídas por Unidades de Contexto (UC), com suas respectivas Unidades de Registro (UR) que estão apresentadas no próximo tópico.

A Unidade de Registro (UR) é definida pela Bardin (2010, p.130) como: “Uma unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial.”

No caso da Unidade de Contexto (UC), Bardin (2010, p.133) descreve como: “Unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro.”

Por codificação, Bardin (2010, p.134) aponta como: “O processo pelo qual os dados brutos são transformados sistematicamente e agregados em unidades, as quais permitem uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo.”

A etapa da exploração do material consiste na sistematização do texto inicial, proporcionando assim uma descrição característica do conteúdo e, por essa razão, torna-se a etapa decisiva da AC (BARDIN, 2010). Nessa etapa, agrupamos os fragmentos textuais do material coletado (respostas aos questionários e planos de aula) de acordo com as UC e UR prévias – hipóteses iniciais de possíveis respostas, de acordo com o referencial teórico adotado – e as formuladas durante a análise empírica (unidades de registros emergentes URE). A partir dessas regularidades, realizamos inferências e interpretações com base nos dados.

Na etapa do tratamento dos resultados, inferência e interpretação ocorre a organização dos dados coletados em que são consolidadas, sistematizadas e julgadas as interpretações e as inferências, levando em consideração os objetivos e fundamentação teórica utilizada (BARDIN, 2010).

A seguir, apresentamos a codificação realizada para cada uma das questões nos questionários prévio e posterior.

3.4 ELABORAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS E PLANOS DE AULA

Elaboramos dois questionários, um prévio e um posterior (APÊNDICE B e C) com cinco questões abertas a respeito da abordagem HFC. O primeiro questionário consistiu em investigar o conhecimento prévio dos licenciandos acerca da HFC. O segundo questionário foi entregue após o desenvolvimento da UD com a finalidade de investigar os indícios de aprendizagem significativa após a proposta de ensino.

Os enunciados das questões foram decodificados intersubjetivamente nos seus significados por integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM e estão descritos neste capítulo.

3.4.1 Unidades de Contexto e de Registro dos questionários e planos de aula

Com base no referencial teórico apresentado nos Capítulos 1 e 2, elaboramos Unidades de Contexto e de Registro prévias que também foram decodificadas intersubjetivamente por integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM.

A seguir, apresentaremos e explicaremos as questões elaboradas e as Unidades de Contexto (UC) e Unidades de Registro (UR) prévias.

Questão 1. Na sua compreensão, o que é Ciência?

Essa questão foi proposta com o objetivo de investigar a compreensão dos licenciandos a respeito da Ciência, uma vez que geralmente as percepções acerca da mesma, mostram-se distorcidas e equivocadas (GIL-PEREZ, 2001; LEDERMAN *et al.*, 2002; HEERDT, 2014).

A Unidade de Contexto 1 (UC1) “**Compreensão da Ciência**” tem o intuito de reunir fragmentos textuais dos licenciandos a respeito do que eles compreendem por Ciência.

- UR. 1.1. **Ciência como conhecimento**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que descrevem a Ciência como uma atividade de estudar, investigar, compreender e/ou explicar fenômenos da natureza.

- UR. 1.2. **Ciência como conhecimento verdadeiro**, seleciona as respostas dos licenciandos que descrevem a Ciência como um conhecimento inquestionável e inalterável.

- UR. 1.3. **Ciência como conhecimento comprovado**, corresponde a seleção de respostas dos licenciandos que descrevem a Ciência como conhecimento comprovado por meio de dados empíricos.

- UR 1.4. **Noção utilitarista da Ciência**, corresponde a seleção de respostas dos licenciandos que descrevem a Ciência como um processo de investigação que busca resolver os problemas e, a partir dessa resolução, trazer benefícios imediatos para a sociedade.

- UR 1.5. **Não contempla a pergunta**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam indícios de que não compreenderam a pergunta, sendo a resposta incoerente em relação à pergunta.

Questão 2. O que você compreende por Epistemologia da Ciência?

Essa questão foi proposta com o objetivo de investigar a compreensão dos licenciandos a respeito da epistemologia da ciência, uma vez que o termo epistemologia está relacionado aos aspectos filosóficos da Ciência (MATTHEWS, 1995).

A Unidade de Contexto 2 (UC2) "**Compreensão de Epistemologia da Ciência**" foi elaborada com o intuito de reunir fragmentos textuais dos licenciandos a respeito do que eles compreendem por Epistemologia da Ciência.

- UR. 2.1. **Epistemologia como o estudo do conhecimento**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam indícios de compreensão da Epistemologia como um campo de estudo envolvendo reflexões acerca do conhecimento científico.

- UR 2.2. **Não explicam**, corresponde a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam registros que não explicam a questão.

- UR 2.3. **Não contempla a pergunta**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam indícios de que não compreenderam a pergunta, sendo a resposta incoerente em relação à pergunta.

Questão 3. Alguns autores afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outros afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e

pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada.

a) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Explique sua resposta utilizando exemplos.

b) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Explique sua resposta utilizando exemplos.

Essa questão foi proposta com o objetivo de investigar a compreensão dos licenciandos a respeito dos valores sociais, políticos e culturais envolvidos no desenvolvimento da Ciência (GIL-PEREZ, 2001; LEDERMAN *et al.*, 2002; MATTHEWS, 1995).

A Unidade de Contexto 3 (UC3) “**Ciência reflete valores sociais e/ou é universal**” foi elaborada com o intuito de reunir fragmentos textuais que identificam se os licenciandos compreendem a Ciência como universal e/ou se reflete valores sociais, culturais, políticos.

- UR. 3.1. **A Ciência é um processo humanizado**, corresponde a uma seleção de respostas dos licenciandos de que a Ciência reflete valores sociais e culturais da sociedade, sendo praticada em diferentes épocas.

- UR. 3.2. **A Ciência é empírica, objetiva, verdadeira**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam indícios de que a Ciência é universal, uma vez que as observações e experimentos são objetivos e produzem conhecimentos verdadeiros.

- UR. 3.3. **Divergências e/ou polissemias na explicação**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam indícios de que respondem de maneira divergente e/ou polissêmica à questão.

- UR. 3.4. **Reflete valores sociais e culturais e é universal**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam indícios de que o conhecimento científico produzido pode ser universal e refletir valores socioculturais.

- UR. 3.5. **Não contempla a pergunta**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam indícios de que não compreenderam a pergunta, sendo a resposta incoerente em relação à pergunta.

Questão 4. Em sua Formação Inicial, temas envolvendo a História e Filosofia da Ciência estão e/ou têm sido contempladas com o intuito de orientar sua inserção no ambiente escolar? Caso não tenham, você acharia interessante a inserção desses temas? Justifique.

Essa questão foi proposta com o objetivo de investigar se os licenciandos, futuros professores, receberam informações ou orientações para trabalhar com aspectos da História e Filosofia da Ciência no âmbito escolar.

A Unidade de Contexto 4 (UC4) “**Presença de orientações/informações na formação inicial acerca da História e Filosofia da Ciência**” foi elaborada com o intuito de reunir fragmentos textuais que indicam a presença de orientações ou informações recebidas durante a formação inicial que contribuam para o desenvolvimento da temática da História e Filosofia da Ciência no ambiente escolar.

- UR. 4.1. **Orientações em disciplinas**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que identificam a presença de orientações/informações recebidas durante disciplinas específicas do curso de graduação.

- UR. 4.2. **Ausência de orientações**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que identificam a ausência de orientações/informações recebidas durante a formação inicial.

- UR. 4.3. **Não contempla a pergunta**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam indícios de que não compreenderam a pergunta, sendo a resposta incoerente em relação à pergunta.

Questão 5. Em sua opinião, qual/is eixo/s temático/s poderia/m apresentar aspectos da História e Filosofia da Ciência que influenciaria/m a sua prática docente? Justifique sua resposta com exemplos.

Essa questão foi proposta com o objetivo de investigar se os licenciandos apresentam conhecimento das abordagens históricas e filosóficas que poderiam auxiliar a sua prática docente.

A Unidade de Contexto 5 (UC5) “**Compreensão da abordagem histórica e filosófica**” foi elaborada com o intuito de reunir fragmentos textuais nos quais os licenciandos apresentam acerca dos aspectos históricos e filosóficos na construção do conhecimento científico.

- UR. 5.1. **Noções de História e Filosofia da Ciência**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que identificam a presença de noções relacionadas aos aspectos históricos e filosóficos.

- UR 5.2. **Visões equivocadas acerca da História e Filosofia da Ciência**, corresponde a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam

noções equivocadas a respeito da História e Filosofia da Ciência.

- UR. 5.3. **Desconhecimento do enfoque histórico e filosófico**, corresponde a seleção de respostas dos licenciandos que identificam a ausência de conhecimento relacionada ao enfoque.

- UR. 5.4. **Não contempla a pergunta**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que apresentam indícios de que não compreenderam a pergunta, sendo a resposta incoerente em relação à pergunta.

Em decorrência das questões 1, 2, 3 e 5 do questionário posterior serem as mesmas do questionário prévio, uma vez que o objetivo foi identificar as possíveis alterações ocorridas em relação às noções prévias dos licenciandos após a aplicação da UD, utilizamos as mesmas UC e UR apresentadas no tópico anterior.

No entanto, substituímos a questão 4. Desse modo, o questionário posterior passa a ter a questão 4B.

Questão 4B. Em sua opinião, de que modo as discussões proporcionadas a partir da unidade didática poderão influenciar a sua prática docente?

Essa questão foi proposta com o objetivo de investigar se os licenciandos apresentam conhecimento das abordagens históricas e filosóficas que poderiam auxiliar a sua prática docente (BOLÍVAR, 2005; SHULMAN, 1987).

A Unidade de Contexto 4B (UC4B) "**Saberes Docentes que podem ser utilizados na prática profissional envolvendo a História e a Filosofia**" foi elaborada com o intuito de reunir fragmentos textuais nos quais os licenciandos apresentam conhecimento para atuarem como docentes utilizando a perspectiva da História e Filosofia da Ciência no ensino de Química.

- URB 4.1. **Conhecimento do conteúdo**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que identificam a presença de noções relacionadas com o conhecimento de conteúdo.

- URB 4.2. **Conhecimento pedagógico do conteúdo**, corresponde a seleção de respostas dos licenciandos que identificam a presença de noções relacionadas com os conhecimentos pedagógicos de conteúdo.

- URB 4.3. **Conhecimento pedagógico geral**, reúne a seleção de respostas dos licenciandos que identificam a presença de noções relacionadas com

os conhecimentos pedagógicos gerais do ensino e aprendizagem.

- URB 4.4. **Conhecimento do contexto**, corresponde a seleção de respostas dos licenciandos que identificam a presença de noções relacionadas com o conhecimento no contexto educacional.

Com base no referencial teórico, elaboramos Unidades de Contexto e de Registro prévias para os planos de aula que também foram decodificadas intersubjetivamente por integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM.

A seguir, apresentaremos e explicaremos a Unidade de Contexto elaborada (UC) para o plano de aula e Unidades de Registro (UR) prévias.

A categorização a seguir foi elaborada a partir de referencial teórico (HEERDT, 2014; GIL-PÉREZ et al, 2001; MATTHEWS, 1995) como um dos instrumentos de investigação desta pesquisa, a fim de analisar o aprendizado dos licenciandos.

A Unidade de Contexto de Plano de Aula 1 (UCP1) “**Reflexões históricas e filosóficas acerca do conhecimento científico**” tem o intuito de elencar os objetivos do planejamento dos licenciandos a respeito da compreensão dos aspectos históricos e filosóficos que permeiam o desenvolvimento da ciência.

- URP. 1.1. **Abordagem explícita**, seleciona as respostas dos licenciandos que descrevem o processo de construção da ciência, evidenciando aspectos da Natureza da Ciência.

- URP. 1.1.1. **Contextualista**, agrupa as respostas que apontam a ciência de forma humanizada, levando em consideração os eixos sociais, históricos e filosóficos.

- URP. 1.1.2. **Não contextualista**, agrupa as respostas que não evidenciam todos os aspectos que compõem a humanização da ciência.

- URP. 1.2. **Visões equivocadas acerca da História e Filosofia da Ciência**, seleciona as respostas dos licenciandos que apresentam noções equivocadas a respeito da História e Filosofia da Ciência.

- URP. 1.3. **Não aborda questões históricas e filosóficas**, corresponde a seleção de respostas dos licenciandos que não abordam as discussões dos aspectos históricos e filosóficos na construção do conhecimento científico.

3.5 APLICAÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA

Ao elaborarmos e investigarmos a construção dessa UD com enfoque HFC, adotamos o seguinte tema: aspectos históricos e filosóficos na construção do conhecimento científico, pois acreditamos que uma abordagem histórica e filosófica pode ser relevante para uma abordagem contextualista que aproxime os estudantes dos aspectos que levaram ao desenvolvimento dessa ciência, incluindo a colaboração de outros pensadores além de Lavoisier. Para isso, nos orientamos pelos aportes teóricos descritos no Capítulo 2.

O título de “fundador” da Química Moderna atribuído a Lavoisier produz concepções inadequadas que são sustentadas pelo ensino tradicional e perpetuam a noção de uma ciência desenvolvida por homens solitários, tidos como “gênios” da sociedade e livre dos fatores sociais e culturais (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Mesmo para aqueles que consideram a química antiflogística de Lavoisier um divisor de águas para essa ciência, é fundamental ter o conhecimento dos estudos realizados por outros pensadores, além da influência de todo o contexto histórico e social da época. Além disso, Lavoisier obteve a colaboração de sua esposa Marie-Anne, que além de traduzir os textos necessários para o desenvolvimento de sua teoria, também desenhou as primeiras vidrarias para o seu laboratório (BRAGA et al, 2000).

A escolha do tema é justificada pela potencialidade de ensino e de aprendizagem que essa síntese histórica propicia. Para o desenvolvimento da UD, recursos didáticos foram disponibilizados aos licenciandos como auxílio no desenvolvimento de suas práticas docentes. Durante toda a abordagem, foi utilizado o recurso *powerpoint*.

As etapas da síntese histórica foram desenvolvidas a partir da utilização de textos clássicos a respeito da História da Química em artigos e trechos do livro *Traité Élémentaire de Chimie* escrito por Lavoisier no século XVIII e das reflexões a respeito da HFC, contando com questionários (prévio e posterior), atividades de leitura e reflexão e planos de aula a fim de investigar o conhecimento construído.

Acreditamos que a temática escolhida potencializa a incorporação da HFC no Ensino de Ciências, possibilitando o desenvolvimento crítico. Além disso,

as atividades propostas apresentam o potencial de facilitar a aprendizagem significativa, uma que vez que possibilita a ressignificação do conhecimento a partir da história, apontando a não linearidade da construção da ciência (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978).

Antes do primeiro encontro, os licenciandos assinaram um termo de consentimento e responderam um questionário prévio (APÊNDICE B) a respeito da HFC com questões abertas no *Google forms*. A opção pelo questionário aberto teve o objetivo de identificar as noções prévias dos licenciandos acerca da temática da HFC para posteriormente realizarmos uma investigação das noções dos licenciandos apresentadas antes e após a UD.

Na primeira etapa intitulada “primeiras aproximações”, a pesquisadora apresentou aos licenciandos os objetivos da pesquisa, o cronograma das atividades propostas e descreveu como ocorreria a participação durante os encontros.

Na sequência foi proposto um questionamento inicial, e o mesmo foi retomado no final da UD como uma forma de investigar o potencial dessa UD. A questão: como os docentes podem propor maneiras de ensino e de aprendizagem que apresentem a construção do conhecimento científico de forma humanizada?, teve o objetivo de explorar a percepção dos licenciandos a respeito de saberes docentes, conhecimento didático e metodológico, possíveis obstáculos e desafios, entre outras percepções.

A nossa intenção a partir do questionário e das demais problematizações e atividades, foi investigar o conhecimento prévio dos licenciandos a fim de possibilitar a partir da UD, a reelaboração do conhecimento, atribuindo novos significados e potencializar a Aprendizagem Significativa (MOREIRA, 2000).

Em seguida, houve uma apresentação inicial a respeito dos aspectos consensuais e inadequados da NdC (GIL-PÉREZ et al.) e implicações da incorporação desta para o ensino de Química.

A primeira atividade atribuída aos licenciandos para realizarem de forma remota consistiu em analisar a biografia de Lavoisier (ANEXO A) juntamente com um vídeo¹⁰ de aproximadamente 07 minutos a respeito da Revolução Francesa com foco em Lavoisier. Foi solicitado a eles, que grifassem aspectos que mais

¹⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l47mNZO-On8>

chamaram a atenção tanto na biografia como no vídeo.

No Quadro 4, apresentamos uma síntese das atividades desenvolvidas e o tempo de realização estimado.

Quadro 4 – Síntese das atividades realizadas no primeiro encontro.

Primeiras aproximações	Atividades desenvolvidas	Tempo de realização (min)
	Apresentação	10 min
	Problematização	50 min
	Aspectos da NdC	60 min

Fonte: a própria autora.

A segunda etapa, nomeada “existiu um único fundador da Química como ciência?”, teve o objetivo de apresentar o contexto no qual Lavoisier estava inserido a partir das influências culturais e sociais que o tornaram renomado, pois, como já citado, a compreensão da ciência como uma construção humana a partir das influências socioculturais contribui para o pensamento crítico (MATTHEWS, 1995; GIL-PERÉZ, 2001).

Para isso, aprofundamos as discussões referentes a NdC por meio da participação dos licenciandos que apresentaram as suas percepções após a análise da biografia e vídeo em relação ao que compreenderam. Assim, realizamos uma discussão acerca das influências apontadas, bem como a influência do pensamento iluminista em sua carreira e o cenário econômico no qual a França estava inserida.

O pensamento iluminista influenciou muitos pensadores no século XVIII ao rejeitarem a alquimia, uma vez que, a mesma era vista como uma atividade artesanal, sem bases racionais que a ciência deveria ter (BRAGA et al, 2000).

No momento das discussões, apresentamos alguns dos cuidados historiográficos (MARTINS, 2005), orientando os licenciandos a evitarem uma pseudo-história, anacronismo e uma história meramente descritiva.

Além disso, os licenciandos receberam orientações de alguns exemplos de como poderiam abordar esses aspectos em sala de aula e as relações entre visões adequadas e inadequadas de NdC estão dispostos no Quadro 5.

Quadro 5– Reflexões a respeito da NdC a partir de trechos da biografia de Lavoisier.

Visões inadequadas	Visões adequadas	Trechos da biografia de Lavoisier
Isolado socialmente	Tem família, assume cargo político	Lavoisier se formou em Direito aos 21 anos de idade para satisfazer o desejo do pai. Em 1768, Lavoisier comprou ações de uma empresa chamada Ferme Générale. Em 1771, ele se casou com Marie-Anne-Pierrette Paulze, filha de outro fermier.
Trabalho isolado	Influência de outros cientistas, trabalho colaborativo	Lavoisier tomou conhecimento das pesquisas que estavam sendo realizadas por outros cientistas sobre a natureza do ar.
Gênio	Dedicação aos estudos durante muitos anos	A medida que o tempo passava, Lavoisier foi alcançando cargos de hierarquia na academia, até que, em 1785, assumiu a presidência por um ano. Após concluir o curso, passou a se dedicar às ciências.
Ciência masculina	Presença de mulheres na ciência: Marie-Anne	Marie-Anne foi uma colaboradora muito dedicada, aprendendo latim e inglês, tornando-se tradutora de diversos livros científicos. Ao mesmo tempo, estudou pintura com Jacques Louis David, um dos maiores pintores franceses da época. A partir desse conhecimento de desenho e pintura, ela passou a ilustrar os livros de Lavoisier.
Ciência sem relação com a sociedade	Atrelada a sociedade	Em 1775, Lavoisier foi convocado para resolver um problema científico e econômico vivido pela França. Influenciado pelo pensamento iluminista, estudou as reações químicas por meio de experimentos.

Fonte: elaborado pela autora.

A segunda atividade consistiu em propor a leitura do texto “A identificação do oxigênio” (ANEXO B), elaborado pela pesquisadora a partir de aportes teóricos (BRAGA et al, 2000; FABRÍCIO, 2014; LAVOISIER, 2014; TOSI,

1986) e foi solicitado novamente aos licenciandos, o grifo dos aspectos que mais chamaram a atenção.

No Quadro 6, apresentamos uma síntese das atividades que foram desenvolvidas e o tempo de realização estimado para a realização de cada atividade.

Quadro 6 – Síntese das atividades desenvolvidas durante a segunda etapa.

Existiu um único fundador da Química como ciência?	Atividades desenvolvidas	Tempo de realização (min)
	Problematização	20 min
	Discussão da biografia de Lavoisier e vídeo	40 min
	Iluminismo na ciência e cuidados historiográficos	60 min

Fonte: a própria autora.

A terceira etapa, foi dividida em duas partes, nomeada “síntese histórica do episódio da combustão no século XVIII – parte I”, teve o objetivo de abordar aspectos filosóficos e históricos do período dos estudos a respeito da combustão, a partir de um texto elaborado pela pesquisadora com fragmentos de artigos históricos e trechos do livro de Lavoisier apontando a colaboração de vários pensadores (BRAGA et al, 2000; FABRICIO, 2014; LAVOISIER, 2014) na identificação do elemento oxigênio, levando a uma revolução na Química. Dessa forma, buscamos aprofundar o caráter colaborativo, estabelecer relações dos pensadores ao contexto social, cultural e histórico, discutir mudança de paradigma e revolução.

Ressaltamos nesse episódio histórico, a discussão de aspectos internos e externos que envolvem a construção da ciência (PRADO; CARNEIRO, 2018). Destacamos a presença de outros pensadores contemporâneos a Lavoisier como Priestley, Schéele e Cavendish que desenvolveram várias pesquisas, apontando o caráter colaborativo presente no campo científico.

Vale destacar as contribuições da esposa de Lavoisier, Marie-Anne, tradutora e ilustradora, que realizou as traduções de diversos livros científicos, desenhou as primeiras vidrarias para o laboratório de Lavoisier e ilustrou seus livros.

Além disso, apresentamos o trabalho de George Stahl como o

paradigma vigente na época, uma vez que praticamente todos os pensadores utilizavam a sua teoria para explicar os fenômenos da combustão e da calcinação até meados do século XVIII, e os desdobramentos dos experimentos que contribuíram para a revolução científica, resultando em uma mudança de paradigma (KUHN, 2011).

A problematização inicial dessa etapa consistiu na investigação do conhecimento prévio dos licenciandos a respeito do surgimento da Química como ciência moderna por meio da seguinte pergunta: quais fatores contribuíram para a consolidação da Química como Ciência?

Na sequência realizamos uma discussão a partir das percepções dos licenciandos acerca da leitura do texto. Nele, apresentamos além da teoria de Stahl como o paradigma vigente da época, as anomalias que levaram Lavoisier e outros pensadores, a desenvolverem pesquisas que pudessem explicá-las. Contudo, não bastou apenas se desfazer das peças do quebra-cabeças (KUHN, 2011), foi necessário a reformulação dessas peças, uma vez que deveriam explicar além das anomalias, outros fenômenos.

Esse período envolve a ciência normal, momento em que vários pensadores buscam o aprofundamento de estudos articulando as teorias que explicam os fenômenos já conhecidos e procuram o aperfeiçoamento e desenvolvimento de novas técnicas. Com o avanço das pesquisas, houve o período da crise, caracterizado pela descrença ao paradigma vigente e finalmente, a revolução científica, caracterizada pela substituição de um paradigma por outro (KUHN, 2011).

Em seguida, apresentamos as mudanças que ocorrem na ciência ao longo do tempo e a relação entre a ciência com a sociedade e a cultura (ADÚRIZ-BRAVO, 2005).

No Quadro 7, apresentamos uma síntese das atividades realizadas nessa etapa e o tempo de realização estimado para a realização de cada atividade.

Quadro 7 – Síntese das atividades desenvolvidas durante a terceira etapa.

Síntese histórica do episódio da combustão no século XVIII – parte I	Atividades desenvolvidas	Tempo de realização (min)
	Problematização	40 min
	Discussões do texto acerca da	50 min

	identificação do oxigênio	
	Paradigmas e revoluções	30 min

Fonte: a própria autora.

A quarta etapa, nomeada “síntese histórica do episódio da combustão no século XVIII – parte II” teve o objetivo de aprofundar as discussões a respeito das bases para a Química como ciência. Iniciamos o encontro com a seguinte problematização: o que difere a ciência de outras formas de conhecimento?

Nesse sentido, retomando o estudo da Química como ciência, apresentamos as características do conhecimento científico, os métodos envolvidos, concepções adequadas e inadequadas a respeito da relação entre experimento e teoria a partir de exemplos que reforçam a concepção empírico-indutivista (GIL-PÉREZ et al, 2001).

Além disso, retomamos os conceitos de história e historiografia, uma vez que durante o segundo encontro, os licenciandos apresentaram dificuldades na compreensão dos cuidados historiográficos (MARTINS, 2006).

No final dessa etapa, separamos os licenciandos em quatro duplas, cada uma ficou responsável pela elaboração de um plano de aula a respeito de um tema de escolha própria envolvendo aspectos da NdC. Os licenciandos receberam orientações para a elaboração e um modelo de plano de aula (ANEXO C).

As atividades em duplas são consideradas importantes no processo de construção do conhecimento. O trabalho com o outro potencializa o desenvolvimento do aprendizado (PIAGET, 1970).

No Quadro 8, apresentamos uma síntese das atividades que foram desenvolvidas nessa etapa e o tempo de realização estimado para a realização de cada atividade.

Quadro 8 – Síntese das atividades desenvolvidas durante o quarto encontro.

Síntese histórica do episódio da combustão no século XVIII – parte II	Atividades desenvolvidas	Tempo de realização (min)
	Problematização	40 min
	Concepções adequadas e inadequadas de NdC	40 min
	Retomada de cuidados historiográficos	30 min

	Instruções para a atividade	10 min
--	-----------------------------	--------

Fonte: a própria autora.

A quinta etapa, nomeada “reaproximações: incorporando a HFC no ensino de Química” teve como objetivo, a articulação do conhecimento reconstruído para o ensino de Química, elencando aspectos filosóficos e históricos e tomando o cuidado de não desviar o ensino do conteúdo disciplinar (MARTINS, 2006).

Inicialmente, foi retomado o questionamento inicial: como os docentes podem propor maneiras de ensino e de aprendizagem que apresentem a construção do conhecimento científico de forma humanizada?. Os licenciandos apresentaram as suas percepções acerca do que foi abordado e discutido durante a UD.

Na sequência, os licenciandos apresentaram os planos de aula que foram elaborados e uma discussão acerca dos aspectos históricos e filosóficos envolvidos nos temas escolhidos por eles. Essa atividade teve o objetivo de explorar as concepções a respeito da NdC. Os temas discutidos e os conteúdos estão descritos no Quadro 9.

Quadro 9 – Conteúdos e temas dos planos de aula elaborados pelos licenciandos.

Conteúdos	Temas
Mol	A história por de trás do mol atual
Termoquímica	Termoquímica
Soluções	Soluções Químicas: Química e Alquimia? Nada a ver! Ou tem?
Radioatividade	As origens da Radioatividade

Fonte: a própria autora.

O nosso intuito foi identificar alguns aspectos relacionados com a aprendizagem significativa, como a aplicação do conhecimento e a negociação dos resultados, descritas no capítulo 2. Desse modo, analisamos os indícios de aprendizagem dos licenciandos acerca dos aspectos históricos e filosóficos envolvidos na construção do conhecimento científico.

No final da abordagem, foi disponibilizado o questionário posterior (APÊNDICE B) que foi utilizado como um dos instrumentos de análise dos indícios de aprendizagem dos licenciandos após a aplicação da UD em como o

agradecimento pela participação.

No Quadro 10, apresentamos uma síntese das atividades que foram desenvolvidas nessa etapa e o tempo de realização estimado para a realização de cada atividade.

Quadro 10 – Síntese das atividades desenvolvidas durante o quinto encontro.

Reaproximações: incorporando a HFC no ensino de Química	Atividades desenvolvidas	Tempo de realização (min)
	Retomada da problematização	30 min
	Apresentação dos planos	60 min
	Finalização e questionário posterior	30 min

Fonte: a própria autora.

A análise das respostas dos licenciandos aos questionários, bem como dos planos de aula, está apresentada no Capítulo 4.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS

Neste capítulo apresentamos a análise e discussão dos dados obtidos por meio dos questionários e planos de aula a partir da UD. A interpretação dos dados foi realizada de acordo com os apontamentos de Bardin (2010) que sugere a construção de um texto correlacionando os dados com os aportes teóricos adotados. Além disso, destacamos os indícios de aprendizagem (MOREIRA, 2000) e possíveis caminhos para a melhoria da abordagem.

4.1 APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DAS RESPOSTAS DOS QUESTIONÁRIOS

Neste tópico, apresentamos a análise e interpretação dos dados de cada questão correspondente aos questionários (prévio e posterior). Para isso, as respostas aos questionários foram alocadas de acordo com a Unidade de Registro (UR) em que o fragmento textual se adequava. Houve a necessidade da criação de Unidades de Registro Emergentes (URE) para as respostas que não se adequaram às UR criadas previamente.

4.1.1 Análise da Questão 1

Na Questão 1 “Na sua compreensão, o que é Ciência?”, agrupamos as respostas dos licenciandos de acordo com as UR. Não houve registros para serem alocados nas UR1.2 “Ciência como conhecimento verdadeiro”, UR1.4 “Noção utilitarista da ciência” e UR1.5 “Não contempla a pergunta”. Algumas respostas não puderam ser alocadas nas UR prévias e, portanto, houve a necessidade da criação de URE. Os dados estão presentes no Quadro 11.

Quadro 11 – Respostas referentes aos dados da Questão 1.

UR	Prévio	Posterior
UR1.1 “Ciência como conhecimento”	<p style="text-align: center;">04 registros</p> <p>“É um tipo de conhecimento utilizado para entender o que acontece ao nosso redor, buscando aprofundar nos demais assuntos para compreender o mundo e natureza no qual vivemos.” (D1)</p> <p>“É o estudo de fenômenos do universo.” (D2)</p> <p>“Ciência é tudo que estuda e compreende o mecanismo do mundo e do universo.” (D5)</p> <p>“É um conjunto de conhecimentos.” (D8)</p>	<p style="text-align: center;">03 registros</p> <p>“É um saber resguardado por uma metodologia e um saber teórico.” (D6)</p> <p>“A ciência é o conjunto de conhecimentos que explica diferentes fenômenos da natureza.” (D2)</p> <p>“É um conhecimento aprofundado de algo, onde ocorre pesquisas, análises e questionamentos.” (D5)</p>
UR1.3 “Ciência como conhecimento comprovado”	<p style="text-align: center;">04 registros</p> <p>“O conhecimento que passou por uma metodologia para comprovar a efetividade do conhecimento.” (D6)</p> <p>“É uma forma de conhecimento cuja principal ferramenta de uso a este fim se consiste na experimentação.” (D7)</p> <p>“Ciência é o estudo da natureza ou da humanidade com o intuito de compreender e prever fenômenos e acontecimentos.” (D3)</p> <p>“É todo conhecimento adquirido e construído através de observação, pesquisa e prática.” (D4)</p>	<p style="text-align: center;">04 registros</p> <p>“Ciência é um conjunto de conhecimentos compartilhados, dotados de metodologias, sujeitos comprovações..” (D7)</p> <p>“É um conhecimento organizado acerca de algo que busca-se entender por completo.” (D1)</p> <p>“Um conjunto de conhecimentos sistematizados adquiridos com a observação e raciocínio, que é aprimorado por pessoas que se dedicam ao seu estudo.” (D8)</p> <p>“Processo pelo qual, através de métodos científicos, experimentação e matematização, se adquire conhecimento, construindo hipóteses e teorias.” (D4)</p>

URE1.6 "Ciência orientada por um paradigma"		01 registro
		"Ciência é a investigação do mundo de acordo com um paradigma e métodos específicos compartilhados por todos os cientistas da mesma área." (D3)

Fonte: a própria autora.

Com base nos dados do quadro acima, agrupamos na UR1.1 "Ciência como conhecimento", 04 fragmentos textuais do questionário prévio e 03 fragmentos do posterior, nos quais os licenciandos apresentaram noções acerca da ciência como uma atividade destinada ao estudo dos fenômenos da natureza e/ou sociais. Podemos notar que tanto no questionário prévio quanto posterior, os licenciandos apresentam noções da ciência envolvendo estudo, compreensão e explicação dos fenômenos naturais e sociais.

Na UR1.3 "Ciência como conhecimento comprovado", agrupamos 04 fragmentos textuais no questionário prévio e 04 fragmentos no posterior. Os registros expressam noções a respeito do desenvolvimento da ciência por meio do método indutivo. Com base nos dados, observamos que os licenciandos descrevem a ciência como verdade absoluta construída a partir de um rigor metodológico sistematizado envolvendo a observação e a experimentação.

Houve a necessidade de criar a URE1.6 "Ciência orientada por um paradigma", onde foi agrupado 1 registro referente ao questionário posterior. O registro correspondente a esta unidade aponta noções da existência de paradigmas no desenvolvimento científico. Com isso, observamos que as atividades desenvolvidas na UD propiciaram reformulações no conhecimento acerca da ciência.

Esta questão, extraída do questionário VNOS-C (Lederman, 1992) foi proposta com a intenção de identificar as noções dos licenciandos acerca da ciência. Ressaltamos que não há uma única definição para descrever a ciência (GIL-PÉREZ et al, 2001), porém, existem elementos consensuais dentro da perspectiva teórica adotada nesta pesquisa para a discussão.

A análise aponta as noções acerca da compreensão da ciência como um conhecimento dos fenômenos corroboradas pelos seguintes fragmentos textuais: *"É um tipo de conhecimento utilizado para entender o que acontece ao nosso redor, buscando aprofundar nos demais assuntos para compreender o*

“mundo e natureza no qual vivemos.” (D1); “A ciência é o conjunto de conhecimentos que explica diferentes fenômenos da natureza.” (D2); “Ciência é tudo que estuda e compreende o mecanismo do mundo e do universo.” (D5), (grifos nossos). Desse modo, inferimos que existem interpretações da ciência tanto como a responsável pelo estudo dos fenômenos da natureza, quanto pela capacidade de estudar os fenômenos sociais.

Em relação as noções da ciência como um conhecimento comprovado, obtivemos registros que apontam concepções da ciência do senso comum, em que o conhecimento científico é comprovado por meio dos dados experimentais adquiridos a partir da observação (CHALMERS, 1993), apontados pelos seguintes fragmentos textuais: “É todo conhecimento adquirido e construído através de observação, pesquisa e prática (D4);”; “É uma forma de conhecimento cuja principal ferramenta de uso a este fim se consiste na experimentação.” (D7); “Um conjunto de conhecimentos sistematizados adquiridos com a observação e raciocínio, que é aprimorado por pessoas que se dedicam ao seu estudo.” (D8), (grifos nossos). Desse modo, observamos características do indutivismo ingênuo.

O registro obtido, posteriormente à abordagem, para a noção da ciência orientada por um paradigma, aponta a perspectiva Kuhniana da ciência (KUHN, 2011) a partir de discussões realizadas durante a UD acerca da teoria do flogisto de Stahl como o paradigma vigente da época, sendo posteriormente substituído pelo estudo da identificação do oxigênio de Lavoisier. O fragmento textual: “Ciência é a investigação do mundo de acordo com um paradigma e métodos específicos compartilhados por todos os cientistas da mesma área.” (D3)”, (grifo nosso) evidencia noções descontínuistas da ciência, assumindo rompimentos e reconstruções no desenvolvimento da ciência.

A análise aponta, de maneira geral, noções indutivistas da ciência corroborando os estudos recentes de Portugal e Broietti (2020), a respeito da predominância das concepções ingênuas referentes aos aspectos internos da ciência, e, portanto, inferimos que por ser uma concepção do senso comum amplamente aceita e perpetuada tanto pelo ensino transmissivo quanto pelos livros didáticos (PEDUZZI, 2001), seria necessária uma discussão aprofundada com o objetivo de romper a concepção de um método científico rígido e linear. Desse modo, promovendo a ressignificação do conceito de ciência.

No entanto, observamos alguns indícios de aprendizagem

(AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978; MOREIRA; MASINI, 1982), evidenciados por exemplo, no residente D3 que, inicialmente apresentou a concepção de ciência como conhecimento comprovado e, após a intervenção, apresentou noções de mutabilidade da ciência. Os mesmos indícios foram observados no residente D2 que, inicialmente apresentou o conceito de ciência como um estudo, evidenciado no seguinte fragmento: “*É o estudo de fenômenos do universo.*” (D2), (grifo nosso) e, após a abordagem, aprimorou suas noções apontados no seguinte trecho: “*A ciência é o conjunto de conhecimentos que explica diferentes fenômenos da natureza.*” (D2), (grifo nosso).

O residente D5 definiu a ciência como um estudo que compreende o mundo, apontado no seguinte fragmento textual: “*Ciência é tudo que estuda e compreende o mecanismo do mundo e do universo.*” (D5), (grifo nosso) e, após a abordagem descreveu a ciência como um processo de pesquisa envolvendo etapas metodológicas, evidenciado no seguinte trecho: “*É um conhecimento aprofundado de algo, onde ocorre pesquisas, análises e questionamentos.*” (D5), (grifo nosso). Desse modo, observamos indícios de resignificação do conhecimento ao entendermos que o residente compreendeu a complexidade envolvida na construção da ciência.

A respeito do residente D6, inicialmente apontou a ciência como um conhecimento comprovado a partir do seguinte fragmento: “*O conhecimento que passou por uma metodologia para comprovar a efetividade do conhecimento.*” (D6), (grifo nosso) e, após a abordagem, definiu a ciência com etapas metodológicas, mostrados no seguinte trecho: “*É um saber resguardado por uma metodologia e um saber teórico.*” (D6), (grifo nosso). Embora, o residente tenha descrito a ciência construída a partir de um método científico, configurando em visões ingênuas (GIL-PÉREZ et al, 2001), observamos alterações em sua concepção de ciência, inicialmente definida como um conhecimento comprovado e, portanto, inferimos que o residente apresentou noções que corroboram os indícios de aprendizagem.

4.1.2 Análise da Questão 2

Na Questão 2 “O que você compreende por Epistemologia da Ciência?”, agrupamos as respostas dos licenciandos de acordo com as UR e estão

presentes no Quadro 12.

Quadro 12 – Respostas referentes aos dados da Questão 2.

UR	Prévio	Posterior
UR2.1 "Epistemologia como o estudo do conhecimento"	<p style="text-align: center;">06 registros</p> <p>"A parte da ciência que utiliza de investigações acerca do conhecimento para propor reflexões e questionamentos sobre os problemas encontrados na natureza." (D1)</p> <p>"Etimologicamente "Episteme" se define por conhecimento, "logia" ou "Logos" = Estudo, sendo assim, defino epistemologia da ciencia como sendo um estudo acerca do conhecimento, baseando-se na ciência, no empírico, na experiência." (D7)</p> <p>"Epistemologia é o estudo do saber, uma área da filosofia onde se investiga como obtemos conhecimento, a epistemologia da ciência é a investigação de como a ciência é construída, como o conhecimento científico é formado." (D3)</p> <p>"Como os conhecimentos de determinado assunto se estruturaram na forma atual, ou seja, como a ciência caminhou." (D8)</p> <p>"Reflexão filosófica sobre os problemas das ciências." (D2)</p> <p>É o estudo de tudo das hipóteses e teorias que a ciência nos dá como resultado e conhecimento (D4)</p>	<p style="text-align: center;">05 registros</p> <p>"É um tipo de estudo mais crítico em relação a ciência, onde consiste em uma análise mais aprofundada dos preceitos da ciência." (D1)</p> <p>"Epistemologia da ciência é o estudo sobre o conhecimento, o estudo sobre como esse conhecimento é obtido, a epistemologia da ciência é o estudo sobre a natureza da ciência e como essa ciência é feita." (D3)</p> <p>"O que se refere a natureza da ciência." (D2)</p> <p>"Os caminho percorrido para que aquele conjunto de conhecimentos fossem sido desenvolvidos." (D8)</p> <p>"É o estudo de tudo o que se refere a ciência, principalmente de questões primordiais como: "Como a ciência se fez ciência?", e também dos aspectos sociais-históricos envolvidos neste processo." (D4)</p>
UR2.2 "Não explicam"	<p style="text-align: center;">02 registros</p> <p>"Que busca conhecer mais sobre as coisas que acontece no mundo." (D5)</p> <p>"O conhecimento que estuda o que é ciências." (D6)</p>	<p style="text-align: center;">01 registro</p> <p>"É a discussão do que é ciencia." (D6)</p>
UR2.3 "Não"		<p style="text-align: center;">02 registros</p>

contemplam”		<p>“Segundo a própria definição, epistemologia da ciência se caracteriza por uma ciência passível a observações e experimentações.” (D7)</p> <p>“É um tipo de relação de um analista ou estudioso com objeto de estudo ou foco de estudo e análise.” (D5)</p>
-------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: a própria autora.

Com base nos dados do quadro acima, agrupamos na UR2.1 “Epistemologia como o estudo do conhecimento”, 06 registros do questionário prévio e 05 registros do posterior, sendo possível observar noções dos licenciandos a respeito da epistemologia como o estudo reflexivo acerca da ciência. É possível observar no questionário prévio, que a maioria dos licenciandos atribuem ao termo epistemologia, investigações e reflexões filosóficas acerca da construção da ciência. No questionário posterior, os licenciandos inserem ao termo, o estudo da natureza da ciência e aspectos sócio históricos.

Para a UR2.2 “Não explicam”, agrupamos 02 registros do questionário prévio e 1 registro no posterior, apresentando aspectos nos fragmentos textuais que não explicam a pergunta.

Para a UR2.3 “Não contemplam”, agrupamos 02 registros do questionário posterior, evidenciando, indícios de incoerência nos fragmentos textuais em relação a pergunta.

A questão foi proposta pela própria pesquisadora com o intuito de investigar o conhecimento dos licenciandos acerca da epistemologia, uma vez que a abordagem da pesquisa envolve aspectos atrelados à Filosofia da Ciência.

A partir da análise, observamos de maneira geral, que os licenciandos apresentam conhecimento do termo filosófico, apontado pelos seguintes fragmentos textuais: *“A parte da ciência que utiliza de investigações acerca do conhecimento para propor reflexões e questionamentos sobre os problemas encontrados na natureza.” (D1); “[...] epistemologia da ciência é a investigação de como a ciência é construída, como o conhecimento científico é formado.” (D3); “É o estudo de tudo o que se refere a ciência, principalmente de questões primordiais como: “Como a ciência se fez ciência?”, e também dos aspectos sociais-históricos envolvidos neste processo.” (D4), (grifos nossos). Os*

fragmentos grifados evidenciam reflexões acerca da construção da ciência (HIDALGO; LORENCINI, 2016).

A respeito dos registros que não explicam e não contemplam a pergunta, observamos que os licenciandos que souberam explicar a questão no questionário prévio, permaneceram com percepções próximas à inicial após a abordagem, como consta nos seguintes fragmentos de um residente antes e após a abordagem: “O conhecimento que estuda o que é ciências.” (D6); “É a discussão do que é ciência.” (D6), (grifos nossos). Os fragmentos mostram uma alteração no sentido atribuído ao conceito de epistemologia, indicando um aprofundamento da compreensão do conceito.

No caso do residente D5, após a intervenção, apresentou noções que não contemplaram a questão, porém, foi possível notar indícios que apontam a compreensão da epistemologia como o estudo acerca de algo, apontado no seguinte fragmento textual: “É um tipo de relação de um analista ou estudioso com objeto de estudo ou foco de estudo e análise.” (D5), (grifo nosso). O residente D7 apresentou inicialmente, noções da epistemologia como o estudo do conhecimento permeado por noções indutivistas (CHALMERS, 1993) acerca da ciência e, posteriormente suas noções não contemplaram a questão. Acreditamos que houve um equívoco entre a compreensão do conceito de ciência e de epistemologia, evidenciado no fragmento textual: “Segundo a própria definição, epistemologia da ciência se caracteriza por uma ciência passível a observações e experimentações.” (D7), (grifo nosso).

A partir dos dados, inferimos que houve melhorias nas respostas de alguns licenciandos acerca da compreensão de epistemologia após a intervenção, apontadas pelos fragmentos: “É um tipo de estudo mais crítico em relação a ciência, onde consiste em uma análise mais aprofundada dos preceitos da ciência.” (D1); “O que se refere a natureza da ciência.” (D2); “Epistemologia da ciência é o estudo sobre o conhecimento, o estudo sobre como esse conhecimento é obtido, a epistemologia da ciência é o estudo sobre a natureza da ciência e como essa ciência é feita.” (D3), (grifos nossos). Os fragmentos grifados admitem noções acerca dos aspectos internos e externos envolvidos na construção do conhecimento científico (PRADO; CARNEIRO, 2018).

Ressaltamos que durante o primeiro encontro ao serem questionados a respeito da NdC, os licenciandos alegaram não terem conhecimento

a respeito do termo. Portanto, os indícios nos fragmentos apontam uma relação estabelecida entre epistemologia e Natureza da Ciência (LEDERMAN, 1992).

4.1.3 Análise da Questão 3

Na Questão 3 “Alguns autores afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outros afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. a) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Explique sua resposta utilizando exemplos. b) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Explique sua resposta utilizando exemplos.”, agrupamos as respostas dos licenciandos de acordo com as UR. Não houve registro para a UR3.2 “A ciência é empírica, objetiva e verdadeira”, e foi necessário a formulação de URE para as respostas que não foram alocadas nas UR criadas previamente. Os dados estão presentes no Quadro 13.

Quadro 13 – Respostas referentes aos dados da Questão 3.

UR	Prévio	Posterior
UR3.1 “A Ciência é um processo humanizado”	<p>02 registros</p> <p>“A ciência depende de fatores externos como fatores políticos ou financeiros, não é guiada apenas pela curiosidade do cientista, mas pelo interesse de diversos grupos. Um exemplo disso é encontrada na teoria dos germes de Pasteur, que foi considerada como verdadeira mesmo que no momento, a teoria da geração espontânea possuísse a mesma quantidade de experimentos a apoiando e Pasteur não foi capaz de provar que essa tinha falhas. Isso ocorreu por conta da influência que Pasteur tinha na comunidade científica e porque a teoria de Pasteur era aplicada na produção de cervejas, enquanto a teoria da geração espontânea não possuía nenhuma aplicação prática.” (D3)</p> <p>“A ciência é totalmente dependente de onde está sendo desenvolvida, pois cada</p>	<p>01 registro</p> <p>“A ciência não é neutra, até porque é feita por pessoas, essas inseridas em um contexto social e de vida amplo que com certeza influencia em sua tomada de decisão e em seus atos, sejam eles em sua vida pessoal ou pública. Um exemplo é o trabalho desenvolvido na época de Lavoisier, impulsionado pelo Iluminismo e pela revolução, Lavoisier criou rupturas com o pensamento até então vigente (Flogisto) e instaurou um novo (identificação do oxigênio).” (D4)</p>

	<p>sociedade, nação ou cultura influencia o conhecimento de alguma maneira, por exemplo, cada país tem suas leis, algumas impedem o estudo de certos produtos naturais, como a cannabis que dizem alguns estudos que é excelente como uma anestésico, porém ainda há na maioria países que proíbem a culturação e comercialização desta planta, dificultando o uso da mesma como uma droga medicinal, se não houvesse esse impedimento socio-cultural, talvez essa espécie de planta teria ajudado muitas vidas, talvez até mais do que ela prejudica.” (D1)</p>	
<p>UR3.3 "Divergências e/ou polissemias na explicação"</p>	<p style="text-align: center;">04 registros</p> <p>“A Ciência por feita por humanos, e esses humanos estão inseridos em uma sociedade, assim tudo o que é construído por esses humanos tem em sua raiz influência do contexto em que cada um vive. Podemos citar a controvérsia da Geração Espontânea em Pasteur, que para defender sua tese, em uma de suas palestras, relacionou a geração espontânea com o materialismo, ateísmo e evolucionismo, fazendo com que o forte conservadorismo social o apoiasse. Tendo uma visão tradicional, a ciência só se consolidou pois não engloba fatores extra-científicos, pois levando isso em consideração, acaba desqualificando a cientificidade de seus procedimentos.” (D4)</p> <p>“Eu acredito que infelizmente a ciência não universal, reproduzindo muito conceitos sociais vigentes. Um exemplo disso é termos poucas mulheres e negros cientistas em papéis de destaque ao longo da história, refletindo um pensamento que foi vigente por muitos anos, de que só homens brancos e ricos poderiam fazer ciências. Reforçando o argumento anterior, até o ano de 2020, apenas 7 mulheres ao longo de toda a história haviam ganhado o prêmio nobel de química, sendo muitos desses prêmios em conjunto com outros pesquisadores homens.”(D2)</p> <p>“Eu acho que a ciência sim reflete os valores sociais e culturais pois , através da ciência, podemos ajudar e auxiliar a melhorar condições humanas, não apenas estudá-las. Por ser cristã, acho que a ciência não é tão universal. Acho que nem tudo cabe a ciência a explicar certas coisas como religião e a fé das pessoas. Acho que a humanidade é grande demais e existe vários mistérios.” (D5)</p>	<p style="text-align: center;">03 registros</p> <p>“Sim, pois a ciência é feita por seres humanos, logo, ela recebe influência externas (cultura, política). O O flogisto mesmo, era um paradigma a ser falseado, porem só não demorou para ser abandonado pois os cientistas usavam a teoria do flogisto como um dogma.” (D6)</p> <p>“Eu acredito que ela reflete padrões sociais vigentes, como a propagação da ideia de cientista como um gênio individualista, rico, branco e homem. A super valorização de ciências experimentais e muitas vezes a depreciação das ciências humanas. Não, a ciência, mesmo que mudando constantemente, ainda é elitista, individualista e machista.” (D2)</p> <p>“Sim. Reflete os valores sociais e culturais . Pois cada tempo existia uma reflexão sobre a ciência e como obtê-la e tinha apoios da elite para que a ciência fosse mais aprimorada Um exemplo disso são os cientistas dos séculos passados que eram grandes influenciadores mas também causava revoltas em governos. Também pode ser universal mas isso se aplica mais nos dias atuais em que a população inteiro de várias nacionalidades , religiões e classes sociais podem ter acesso apesar das classes sociais que tem mais</p>

	<p>“Cada tempo se tem ferramentas e passos a seguir, a ciência caminha por esses passos, então com as ferramentas da época se tem a ciência da sua época. Muitas coisas também são escondidas, dependendo da vontade dos dominantes. Um exemplo são os conhecimentos de grupos secretos, que conseguem caminhar além da ciência de sua época. Tudo material pode ser estudado, as leis da natureza são eternas, então as ciências exatas se mostram mais universal, o fogo sempre será fogo, mas não são livres totalmente de serem não puras. Já muitas ciências não tão palpáveis não são tão universais, pois elas podem ser mais variáveis e moldáveis, exemplo é a história.” (D8)</p>	<p>dinheiro ter acesso a ciência ainda sim, se aplica a universal.” (D5)</p>
UR3.4 "Reflete valores sociais e culturais e é universal"	<p>01 registro</p> <p>“Nenhum conhecimento é 100% independente de influência, cultura ou valores sociais. Todo e qualquer tipo de conhecimento reflete uma determinada explicação que satisfaz a necessidade de seu criador, ou seja, todo e qualquer tipo de conhecimento, advindo de um ser humano possui influências sociais ou culturais. Exemplo: Nomes científicos dados aos animais, em grande parte, possuem significados específicos, determinado por seu autor. Exemplo: Leishmania braziliensis, cujo braziliensis faz referência ao seu País de origem, ou seja, o Brasil. Nesse caso, o nome científico dado possui carga cultural, referente a sua nacionalidade, o que leva a um conhecimento básico de certas condições de sobrevivência (ou habitat) do animal, visto que o país de origem possui altas temperaturas, bastante umidade... etc. Apesar de possuir influências culturais, a ciência tenta ao máximo se desprender delas. Tendo em vista isso, ela se torna relativamente universal, visto que "podem" (mas nem sempre) ser aplicadas em todos os lugares, de diferentes formas.” (D7)</p>	<p>01 registro</p> <p>“A ciência emite seus valores culturais pois seus autores são compostos possuintes dessa característica. Muito do que se é descoberto possui influência social ou cultural através do contexto na qual está inserida. Exemplo: Estudo dos gases perante a época onde o uso de gás em equipamentos era inovador. Ela é universal através da universalização de seus conceitos, entretanto, vale ressaltar que as condições para aplicação de uma dada ciência podem variar, exigindo novas formas de aplicabilidade.” (D7)</p>
UR3.5 "Não contempla a pergunta"	<p>01 registro</p> <p>“Sim, pois em uma sociedade que ainda está saindo de um modelo patriarcal, onde não só agora vemos uma representação feminina no campo científico. Não, pois ela é escrita em um jargão do campo científico, onde quem não é do meio, não entende nada.” (D6)</p>	<p>01 registro</p> <p>“Reflete, pois os estudiosos se guiam por seu modo de ver a vida, e esse está muito ligado a cultura e aos pensamentos dos quais ele está imerso.” (D8)</p>
URE3.6 "Noção"		<p>01 registro</p>

utilitarista da ciência”		<p>“Em cada região do mundo a ciência vai ser influenciada pela suas questões sociais e culturais, como nós temos no Brasil, a ciência busca estudar tudo o que envolve o cotidiano do brasileiro, ou seja, sempre que temos algum avanço científico é para fins de conseguir melhorias para a vida das pessoas, a busca por um cura de alguma doença x, envolve questões políticas principalmente, pois o governo irá investir no que estiver favorecendo o bem estar da população, como uma cura para alguma doença que só existe no Brasil e alguma doença que existe somente fora, todos os investimentos e apoio social, será investido na ciência que irá propor uma melhoria na qualidade de vida do Brasil, portanto a doença que temos no nosso país será investido completamente em uma pesquisa para desenvolver uma cura/tratamento.” (D1)</p>
URE3.7 “Reflete valores culturais, sociais, políticos e é orientado por um paradigma”		<p style="text-align: center;">01 registro</p> <p>“A ciência reflete valores sociais e culturais pois a ciência é guiada pelo seu paradigma, e esse paradigma é ditado pelos valores sociais e culturais, bem como pela política. Os cientistas não fazem pesquisas isoladamente, baseadas apenas em seus interesses, mas toda descoberta científica relevante envolve diversos cientistas fazendo pesquisas semelhantes.” (D3)</p>

Fonte: a própria autora.

Com base no quadro acima, agrupamos na UR3.1 “Ciência como um processo humanizado”, 02 fragmentos textuais no questionário prévio e 1 fragmento referente ao questionário posterior, no qual aponta noções do desenvolvimento da ciência refletindo valores sociais, culturais e históricos. É interessante notar que os licenciandos afirmam que a ciência não depende apenas da curiosidade do cientista, assumindo a dependência do contexto na qual está inserida e, portanto, não é

neutra.

Na UR3.3 "Divergências e/ou polissemias na explicação", alocamos 04 fragmentos textuais do questionário prévio e 03 fragmentos do posterior, onde as noções são expressadas de maneira divergente e/ou apresentando diferentes sentidos em relação a pergunta. Observamos que os registros diminuíram após a UD.

Em relação a UR3.4 "Reflete valores sociais e culturais e é universal", agrupamos 1 fragmento textual no questionário prévio e 1 fragmento no posterior, apontando noções de que o conhecimento científico é universal e pode refletir valores culturais e sociais. Observamos que os licenciandos relacionam a universalidade da ciência com o modo como é aplicada.

Na UR3.5 "Não contempla a pergunta", alocamos 1 fragmento textual para o questionário prévio e 1 fragmento para o posterior, apresentando indícios de respostas incoerentes em relação a pergunta.

Na URE3.6 "Noção utilitarista da ciência", agrupamos 1 fragmento textual do questionário posterior e ela foi criada com o intuito de alocar noções acerca da ciência voltada para a resolução de problemas, trazendo benefícios imediatos para a sociedade.

Em relação a URE3.7 "Reflete valores culturais, sociais, políticos e é orientado por um paradigma", agrupamos 1 fragmento textual do questionário posterior e ela foi formulada para alocar noções do desenvolvimento da ciência envolvendo valores culturais, sociais e sendo orientada por um paradigma.

A questão foi adaptada de HEERDT (2014) e teve objetivo de investigar as concepções dos licenciandos a respeito da NdC (LEDERMAN, 1992; GIL-PÉREZ et al, 2001; ABD-EL-KHALICK, 2013). Além disso, buscamos analisar a compreensão acerca da humanização da ciência (MATTHEWS, 1995) por meio da inserção de valores sociais e culturais na construção do conhecimento científico em uma tentativa de reaproximar esses aspectos para o Ensino de Ciências.

A respeito da compreensão da ciência como um processo humanizado, obtivemos um registro após a abordagem com indícios do desenvolvimento científico envolvendo o contexto histórico, social e cultural, conforme explicitado no fragmento: "*A ciência não é neutra, até porque é feita por pessoas, essas inseridas em um contexto social e de vida amplo que com certeza influencia em sua tomada de decisão e em seus atos, sejam eles em sua vida*

pessoal ou pública. Um exemplo é o trabalho desenvolvido na época de Lavoisier, impulsionado pelo Iluminismo e pela revolução, Lavoisier criou rupturas com o pensamento até então vigente (Flogisto) e instaurou um novo (identificação do oxigênio).” (D4), (grifo nosso). O fragmento grifado aponta o empreendimento científico como uma atividade humana. A noção da ciência não ser neutra, remete a compreensão da inserção de valores sociais e culturais, sendo corroboradas pelas frases seguintes. Além disso, o exemplo descrito mostra que a abordagem possibilitou a ressignificação do conhecimento prévio (MOREIRA, 2000), uma vez que o residente D4 inicialmente apresentou concepções divergentes e polissêmicas em relação a pergunta no seguinte fragmento: “[...] tem em sua raiz influência do contexto em que cada um vive. Podemos citar a controvérsia da Geração Espontânea em Pasteur, que para defender sua tese, em uma de suas palestras [...], a ciência só se consolidou pois não engloba fatores extra-científicos, pois levando isso em consideração, acaba desqualificando a cientificidade de seus procedimentos.” (D4), (grifo nosso). Neste trecho, embora haja uma concepção da humanização da ciência, notamos divergências no exemplo utilizado. Após a abordagem, inferimos que houve melhorias na escrita do residente e uma compreensão evidente dos aspectos discutidos durante a abordagem.

Em relação as divergências e polissemias, observamos que após a abordagem, os registros diminuíram. Destacamos três exemplos para a discussão: “*Eu acredito que infelizmente a ciência não universal, reproduzindo muito conceitos sociais vigentes. Um exemplo disso é termos poucas mulheres e negros cientistas em papéis de destaque ao longo da história, refletindo um pensamento que foi vigente por muitos anos, de que só homens brancos e ricos poderiam fazer ciências.*” (D2), (grifo nosso). O trecho apresenta noções do sentido de universalidade da ciência atrelada à acessibilidade ao conhecimento científico e não ao fato da produção científica relacionada às etapas metodológicas. No fragmento: “*Eu acho que a ciência sim reflete os valores sociais e culturais pois, através da ciência, podemos ajudar e auxiliar a melhorar condições humanas, não apenas estudá-las. Por ser cristã, acho que a ciência não é tão universal.*” (D5); (grifo nosso), inferimos a noção salvacionista da ciência em que a mesma se desenvolve para melhorar a vida das pessoas remetendo à proposta de Francis Bacon feita no início do século XVII (CHALMERS, 1993), bem como a existência

de equívocos em relação ao conceito de ciência, ao compará-la com a religião. No último exemplo: *“Sim, pois a ciência é feita por seres humanos, logo, ela recebe influência externas (cultura, política). O O flogisto mesmo, era um paradigma a ser falseado, porem só não demorou para ser abandonado pois os cientistas usavam a teoria do flogisto como um dogma.” (D6), (grifo nosso), embora existam noções de influências externas no desenvolvimento da ciência, é possível observar equívocos na compreensão de paradigma e falseabilidade, uma vez que são conceitos de diferentes pensadores. Além disso, afirmar que a teoria do flogisto não demorou para ser abandonada por ser considerada um dogma configura-se em uma visão ingênua em dois aspectos. O primeiro diz respeito a teoria do flogisto, ao contrário da alegação do residente, levou um tempo considerável para ser abandonado, pois, Lavoisier e outros pensadores realizaram inúmeros estudos até a identificação do elemento oxigênio. O segundo aspecto remete ao dogmatismo no empreendimento científico, segundo Kuhn (2012), está presente na ciência a partir das crenças nos métodos utilizados para fazer ciência. Além disso, Kuhn (2012) aponta críticas à maneira tradicional do ensino de História da Ciência, geralmente direcionando a ciência como a busca pela verdade e pela superação de dogmas do passado.*

A respeito da ciência refletir valores e ser universal, selecionamos um registro do questionário posterior para a discussão: *“[...] Muito do que se é descoberto possui influência social ou cultural através do contexto na qual está inserida. Exemplo: Estudo dos gases perante a época onde o uso de gás em equipamentos era inovador. Ela é universal através da universalização de seus conceitos, entretanto, vale ressaltar que as condições para aplicação de uma dada ciência podem variar, exigindo novas formas de aplicabilidade.” (D7), (grifo nosso). Com base nos trechos grifados, inferimos que mesmo com equívocos na linguagem, por exemplo, pelo uso da palavra “descoberto”, o residente compreende a influência dos aspectos históricos e culturais no desenvolvimento da ciência (MATTHEWS, 1995). Em relação à ciência ser universal, o residente aponta que a mesma pode apresentar uma universalização dos conceitos e, por isso, entendemos que há uma referência à metodologia científica.*

Em relação aos registros que não contemplaram a questão, selecionamos um registro posterior à abordagem para a discussão: *“Reflete, pois os estudiosos se guiam por seu modo de ver a vida, e esse está muito ligado a*

cultura e aos pensamentos dos quais ele está imerso.” (D8), (grifo nosso). Observamos que o residente apresenta noções da influência dos aspectos externos (MARTINS, 2005) da ciência, no entanto, não houve exemplos que corroborassem o argumento.

Um registro posterior emergente foi agrupado na noção utilitarista da ciência no seguinte fragmento textual: “Em cada região do mundo a ciência vai ser influenciada pela suas questões sociais e culturais, como nós temos no Brasil, a ciência busca estudar tudo o que envolve o cotidiano do brasileiro, ou seja, sempre que temos algum avanço científico é para fins de conseguir melhorias para a vida das pessoas.” (D1), (grifo nosso). Com base no registro, inferimos que o residente apresenta noções ingênuas acerca da ciência, atribuindo o sentido de melhoria de vida das pessoas, apontada no método indutivo (CHALMERS, 1993).

Em relação a existência de paradigmas envolvendo valores sociais, culturais e políticos que orientam o desenvolvimento da ciência, agrupamos 1 registro no questionário posterior: “A ciência reflete valores sociais e culturais pois a ciência é guiada pelo seu paradigma, e esse paradigma é ditado pelos valores sociais e culturais, bem como pela política.” (D3), (grifo nosso). Acreditamos que as noções acerca de paradigma emergiram a partir da abordagem, uma vez que a mesma foi apresentada com base na perspectiva Kuhniana da ciência (KUHN, 2011).

De modo geral, observamos indícios nas respostas dos licenciandos, que refletem discussões da natureza do conhecimento científico, envolvendo todo o contexto no qual a ciência é desenvolvida (GIL-PÉREZ et al, 2001).

4.1.4 Análise da Questão 4

Na Questão 4 “Em sua Formação Inicial, temas envolvendo a História e Filosofia da Ciência estão e/ou têm sido contempladas com o intuito de orientar sua inserção no ambiente escolar? Em que momento? Justifique.”, agrupamos as respostas dos licenciandos de acordo com as UR. Não houve registro para a UR4.2 “Ausência de informações” e foi necessária a criação de URE para alocar registros inesperados. Ressaltamos que essa questão esteve presente apenas no questionário prévio. Os dados estão presentes no Quadro 14.

Quadro 14 – Respostas referentes aos dados da Questão 4.

UR	Respostas
UR4.1 “Orientações em algumas disciplinas”	<p style="text-align: center;">01 registro</p> <p>“Sim, desde o início do curso temos disciplinas especialmente voltadas para isso, como Química na Escola I e II, Filosofia da Ciência e História da Química.” (D4)</p>
UR4.3 “Não contempla a pergunta”	<p style="text-align: center;">04 registros</p> <p>“Sim, pois a ciência como um todo precisa da ética como conjunto da prática científica, sem a ética a ciência pode ser usada para grande mal a população, como na história do mundo vimos muito acontecer.” (D1)</p> <p>“Sim, o entendimento sobre a construção da ciência é importante tanto para o professor quanto para os alunos, para que não se crie a ideia de que a ciência é completamente estabelecida e não pode ser contrariada.” (D3)</p> <p>“Na realidade a história e a Filosofia da ciência não tem sido valorizada em ambiente escolar. Mas deveria, pois esses temas faz os alunos buscar e ler mais e refletir sobre vários temas abordados e fazer os alunos participarem mais. Porém, a realidade das escolas brasileiras, é apenas decorar e fazer textos para passar.” (D5)</p> <p>“Muito importante, pois direciona a pensar como o ser humano é, tirando um pouco as falsas concepções culturais em torno do fazer ciência.” (D8)</p>
URE4.4 “Orientações sem contexto”	<p style="text-align: center;">03 registros</p> <p>“Eu tive, mas não me auxiliou no ambiente escolar.” (D6)</p> <p>“Ao longo do curso muito se tem discutido a respeito da história da ciência na formação inicial do professor. Já tivemos disciplinas de História da Química e Filosofia da Ciência, entretanto pouco se fizeram necessárias para a inserção no ambiente escolar.” (D7)</p> <p>“As disciplinas que eu tive, que abordaram esses temas, fizeram isso de forma simplista, não tentando orientar à como abordar esses assuntos em sala de aula, mas sim, contando as histórias a título de curiosidade. O que é triste, pois uma melhor abordagem seria muito rica para a formação do futuro docente.” (D2)</p>

Fonte: a própria autora.

Com base nos dados do quadro acima, agrupamos na UR4.1 “Orientações em algumas disciplinas”, 1 fragmento textual, no qual aponta a presença de orientações em disciplinas da Formação Inicial a respeito de aspectos históricos e filosóficos no desenvolvimento da ciência.

Na UR4.3 “Não contempla a pergunta”, agrupamos 04 fragmentos textuais, no qual apresenta noções incoerentes em relação a pergunta. Essa UR permitiu constatamos a maioria das respostas dos licenciandos e, portanto,

observamos afirmações da importância dos aspectos históricos e filosóficos na construção da ciência, porém, não há uma relação com o contexto da Formação Inicial.

Foi criada a URE4.4 “Orientações sem contexto” com o intuito de agrupar fragmentos textuais que apontam orientações de aspectos históricos e filosóficos em disciplinas da formação inicial, porém, descontextualizada do ambiente escolar. Neste registro, foram agrupados 03 fragmentos textuais.

A questão foi elaborada pela própria pesquisadora com o intuito de investigar noções a respeito da abordagem HFC na Formação Inicial que poderiam orientar a prática docente.

A respeito das orientações em algumas disciplinas, observamos um registro: *“Sim, desde o início do curso temos disciplinas especialmente voltadas para isso, como Química na Escola I e II, Filosofia da Ciência e História da Química.” (D4)*. O registro condiz com a análise curricular realizada no Capítulo 2, apontando indícios da inserção da abordagem HFC.

Em relação as orientações que não estão voltadas à prática docente, alocadas como registro emergente, separamos um fragmento textual para a discussão: *“Ao longo do curso muito se tem discutido a respeito da história da ciência na formação inicial do professor. Já tivemos disciplinas de História da Química e Filosofia da Ciência, entretanto pouco se fizeram necessárias para a inserção no ambiente escolar.” (D7), (grifo nosso). Podemos inferir a existência de obstáculos na inserção da abordagem HFC na Formação Inicial, em concordância com os estudos que apontam o despreparo dos futuros docentes para desenvolverem aulas elencando esses aspectos (HÖTTECKE; SILVA, 2010).*

Ressaltamos que é imprescindível que o docente apresente noções adequadas acerca da NdC, pois, sem as orientações voltadas para o contexto escolar, os livros didáticos continuarão sendo as principais fontes de ensino e, conseqüentemente, as visões reducionistas não serão superadas (VIDAL; PORTO, 2012).

A respeito dos registros que não contemplaram a questão, uma vez que as respostas que não apresentaram coerência com a pergunta, selecionamos um fragmento para exemplificar: *“Muito importante, pois direciona a pensar como o ser humano é, tirando um pouco as falsas concepções culturais em torno do fazer ciência.” (D8)*. Neste trecho, o residente alega a importância dos aspectos

históricos e filosóficos envolvidos na construção da ciência, porém, não aponta se e como tem sido contemplada em sua formação docente.

4.1.5 Análise da Questão 4B

Na Questão 4B “Em sua opinião, de que modo as discussões proporcionadas a partir da unidade didática poderão influenciar a sua prática docente?”, presente apenas no questionário posterior, agrupamos as respostas dos licenciandos de acordo com as UR. Não houve registros para a URB4.1 “Conhecimento do conteúdo” e URB4.4 “Conhecimento do contexto”. Foi necessária a formulação de URBE para alocar respostas que não se enquadraram com as UR prévias. As informações estão presentes no Quadro 15.

Quadro 15 – Respostas referentes aos dados da Questão 4B.

UR	Respostas
URB4.2 “Conhecimento pedagógico do conteúdo”	<p style="text-align: center;">05 registros</p> <p>“Irá implicar em como a minha prática será aplicada, onde eu começo a entender melhor cada etapa e passos que eu tenho que tomar em sala, para que meu ensino se torne o mais compreensível possível.” (D1)</p> <p>“Através das relações estabelecidas entre os estudos e a prática em sala de aula, ou seja, através de conceitos aprendidos na unidades que facilitam a abordagem de conteúdos em sala de aula.” (D7)</p> <p>“Após as discussões ficou mais claro quais os objetivos de adicionar aspectos de história e filosofia da ciência nas aulas, tentarei falar sobre a história da ciência sem o objetivo de apenas apresentar um fundo de como a descoberta aconteceu, mas com o objetivo de mostrar como a ciência funciona e como ela é feita.” (D3)</p> <p>“Elas demonstram a riqueza das origens das ciências e sua evolução, e com isso tudo podem trazer aos estudantes toda a complexidade desse universo e da prática científica.” (D2)</p> <p>“Entendendo que a ciência se fez como uma construção humana, isso aperfeiçoa a minha prática docente a partir do momento que a transmissão para os alunos desta ideia os aproximar do conhecimento químico e da vivência de laboratório, quebrando a ideia do distanciamento entre pessoa e ciência.” (D4)</p>
URB4.3	02 registros

“Conhecimento pedagógico geral”	<p>“As discussões fazem refletir, e essa reflexão guia a pensar de uma modo mais ativo.” (D8)</p> <p>“Sim . Com certeza. Saber o limite e até onde podemos discutir com os alunos. Sem polêmicas mas sim algo que faz os alunos pensarem.” (D5)</p>
URBE4.5 “Não contemplam”	<p style="text-align: center;">01 registro</p> <p>“A não colocar a ciência como um dogma além de valorizar o senso comum.” (D6)</p>

Fonte: a própria autora.

Com base no quadro acima, agrupamos na URB4.2 “Conhecimento pedagógico do conteúdo”, 05 fragmentos textuais, no qual aponta noções dos licenciandos acerca do conhecimento do conteúdo atrelado à prática docente. É possível notar que a abordagem didática possibilitou aos licenciandos, reflexões a respeito do desenvolvimento de suas práticas em sala de aula, levando em consideração os aspectos históricos e filosóficos envolvidos na construção da ciência.

A respeito da URB4.3 “Conhecimento pedagógico geral”, agrupamos 02 fragmentos textuais, no qual aponta noções dos licenciandos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Na URBE4.5 “Não contemplam”, agrupamos 1 fragmento textual, no qual apresenta uma resposta incoerente em relação a pergunta.

A questão foi proposta pela pesquisadora com o objetivo de investigar os saberes docentes (SCHULMAN, 1987; FERNANDEZ, 2015) dos licenciandos após a abordagem.

De maneira geral, observamos que a abordagem possibilitou reflexões acerca da prática docente, evidenciadas nos seguintes fragmentos acerca do conhecimento pedagógico do conteúdo: *“Irá implicar em como a minha prática será aplicada, onde eu começo a entender melhor cada etapa e passos que eu tenho que tomar em sala, para que meu ensino se torne o mais compreensível possível.” (D1); “Após as discussões ficou mais claro quais os objetivos de adicionar aspectos de história e filosofia da ciência nas aulas, tentarei falar sobre a história da ciência sem o objetivo de apenas apresentar um fundo de como a descoberta aconteceu, mas com o objetivo de mostrar como a ciência funciona e como ela é feita.” (D3), “Através das relações estabelecidas entre os estudos e a*

prática em sala de aula, ou seja, através de conceitos aprendidos na unidades que facilitam a abordagem de conteúdos em sala de aula.” (D7), (grifos nossos).

Destacamos para essa discussão, o fragmento do residente D7 que, inicialmente, apontou que as disciplinas que orientaram aspectos da HFC não apresentaram subsídios para a prática docente e, após a UD, estabeleceu relações entre teoria e prática (PIMENTA, 1996).

Com base nos trechos, inferimos que os licenciandos compreenderam que os aspectos históricos e filosóficos caminham juntos com o desenvolvimento da ciência, e, portanto, apresenta relevância para o ensino e aprendizagem.

Além disso, Shulman (1987) afirma que o conhecimento pedagógico do conteúdo é de suma importância para a atividade docente, uma vez que engloba conhecimentos específicos dos conteúdos juntamente com outros conhecimentos que consolidam a base para o ensino.

A respeito do conhecimento pedagógico geral, reunimos os registros que apontaram noções acerca do ensino e aprendizagem sem estabelecer relações com o conteúdo, como aponta o seguinte trecho: “*As discussões fazem refletir, e essa reflexão guia a pensar de um modo mais ativo.*” (D8). Ressaltamos que o processo de reflexão possibilita a conexão do conhecimento pedagógico geral com os demais (conteúdo e contexto), potencializados pela própria experiência do docente, ampliando a tomada de decisão e demais aspectos que compõem a ação docente (FERNANDEZ, 2015).

Observamos um registro que não contemplou a pergunta, ou seja, o residente apresentou noções incoerentes em relação a questão, exemplificado no seguinte fragmento: “*A não colocar a ciência como um dogma além de valorizar o senso comum.*” (D6). Salientamos que o dogmatismo está presente na atividade científica (KUHN, 2012).

4.1.6 Análise da Questão 5

Na Questão 5 “Em sua opinião, qual/is eixo/s temático/s poderia/m apresentar aspectos da História e Filosofia da Ciência que influenciaria/m a sua prática docente? Justifique sua resposta com exemplos.”, agrupamos as respostas dos licenciandos de acordo com as UR. Não houve registro para a UR5.3

“Desconhecimento do enfoque histórico e filosófico”. Os dados estão presentes no Quadro 16.

Quadro 16 – Respostas referentes aos dados da Questão 5.

UR	Prévio	Posterior
UR5.1 “Noções de História e Filosofia da Ciência”	<p align="center">01 registro</p> <p>“Temas presentes na atomística possuem bastante caráter histórico e filosófico, sem dúvida são exemplos de temas que influenciaram minha prática docente.” (D7)</p>	<p align="center">03 registros</p> <p>“O atomismo, por exemplo. Com o contexto histórico e filosófico, eu posso demonstrar que a ciência é globalizada, porém não linear.” (D6)</p> <p>“Sobre origem de cada tema que é estudado em salas de aula . Por exemplo sobre Mol, qual sua origem e quem trabalhou nela e sobre a importância para a ciência . Vários aspectos citando pessoas que fez história na ciência.” (D5)</p> <p>Acredito que inúmeros, mas depois de ter trabalho em um plano de aula sobre soluções químicas, acredito que ele serve como uma luva. Nos meus tempos de ensino médio sempre o preparo de soluções me chamou a curiosidade e é inevitável não lembrar dos alquimistas, que a maioria sempre tem em mente pessoas com diversos reagentes misturando um no outro. Então tentar relacionar e realocar essas ideias, fazendo-os entender como a alquimia gerou um campo fértil para o crescimento e consolidação da química e das ciências em geral.” (D4)</p>
UR5.2	<p align="center">02 registros</p>	<p align="center">01 registro</p>

<p>“Visões equivocadas acerca da História e Filosofia da Ciência”</p>	<p>“O conceito de substância que foi um tema de bastante discussão no começo da aceitação de que a química é uma ciência, pois é um conceito que já se é discutido desde o tempo da grécia antiga com os filósofos gregos, porém a partir do século 16 com a transição da alquimia para a química que realmente foi começando a entender e comprovar o que é substância.” (D1)</p> <p>Acredito que esses temas humanizam a ciências, mostrando que teorias são processos construtivos e não formulas prontas, e eu acredito que isso influencia na prática docente porque você acaba tendo mais cuidado ao trazer certos conteúdos, buscando trazer os erros e acertos anteriores à concretização da teoria/conceito. Um exemplo é sobre a tabela periódica, muitas vezes só apresentada sem qualquer histórico, sem demonstrar como os elementos foram agrupados em família, etc. Importante para que os alunos tenham noções básicas sobre a pratica e método científico.” (D2)</p>	<p>“O tema da radioatividade, e toda a história da Marie Curie, começando da necessidade de se mudar para França para estudar, e como seu trabalho foi relevante, trazendo assim discussões sobre mulheres na ciência, e todo o processo científico de comprovação de teorias.” (D2)</p>
<p>UR5.4 “Não contemplam”</p>	<p>05 registros</p> <p>“Acredito que seja importante o estudo da criação de teorias, considerando o tempo de criação e também o tempo para a aceitação dessa teoria, tendo em vista a dificuldade para que a teoria fosse aceita. Um exemplo seria a mecânica quântica, que criou muito atrito ao ser apresentada para a comunidade científica.” (D3)</p> <p>“Os temas seria sobre comportamentos humanos e a influência da historia da humanidade . A importância de discutir e começar com questionamento para os alunos, fazem elas refletir sobre muitas coisas.” (D5)</p> <p>“Como a ciência se desenvolve com muita união e dedicação, e como aprender com os erros.” (D8)</p> <p>“Acredito que inúmeras</p>	<p>04 registros</p> <p>“A ética científica é um tema que implica totalmente em como será minha prática e meus métodos aplicados em sala de aula, pois na história da ciência existem muitos exemplos de cientistas que sempre respeitavam seus colegas e seus trabalhos, assim como seus antecessores, isso é um conceito que me ajuda a melhorar como um indivíduo praticante da ciência, além dê, ajudar a melhorar a prática do ensino, pois conseguirei analisar o que eu preciso ensinar à meus alunos para que eles consigam aprimorar seu senso crítico acerca do que é ciência e de como praticá-la, e sempre mostrar respeito a história da ciência assim como tudo que ela nos ensina ainda hoje.” (D1)</p> <p>“Atomística, Estudo dos Gases, Teoria do Flogisto, etc. (D7)</p> <p>“Tentarei ensinar sobre como a ciência não é formada de pesquisas isoladas e que a sociedade e a cultura influenciam por vezes diretamente a ciência. Também</p>

	<p>possibilidades, mas principalmente abordar como que os cientistas conseguiram suas conquistas, principalmente descobertas, validações de teorias e todo o trabalho que eles tem em laboratório e também de campo para conseguirem tais êxitos, pois se consegue humanizar o ensino científico, construindo um tipo de conhecimento concreto e contextualizado, que a partir disso, possa aproximar os alunos dessa realidade” (D4)</p> <p>“Um pouco na contextualização de como foi produzido aquele determinado conhecer científico.” (D6)</p>	<p>como as teorias são estabelecidas e substituídas.” (D3)</p> <p>“A história e como ela foi produzida, exemplo seria pegar o livro de Lavoisier e tentar achar artigos mostrando como cada autor conta as ideias do mesmo livro.” (D8)</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: a própria autora.

Com base nos dados do quadro acima, agrupamos na UR5.1 “Noções de História e Filosofia da Ciência”, 1 fragmento textual do questionário prévio e 03 fragmentos do posterior, apontando noções dos licenciandos a respeito de aspectos históricos e filosóficos em eixos temáticos da Química. Observamos um aumento das noções da HFC após a UD.

Para a UR5.2 “Visões equivocadas acerca da História e Filosofia da Ciência”, agrupamos 02 fragmentos textuais referentes ao questionário prévio e 1 fragmento do posterior com noções equivocadas a respeito dos aspectos históricos e filosóficos presentes na construção do conhecimento científico. Observamos os termos “comprovação de teorias” e “método científico”, corroborando noções ingênuas da ciência.

Na UR5.4 “Não contemplam”, agrupamos 05 fragmentos textuais do questionário prévio e 04 fragmentos do posterior, apontando indícios de incoerência nas respostas em relação a pergunta.

A questão foi proposta pela própria pesquisadora com o intuito de investigar as noções dos licenciandos a respeito de eixos temáticos da Química que poderiam envolver aspectos históricos e filosóficos direcionados para a ação docente.

A análise permitiu observar que inicialmente, a maioria dos licenciandos apresentaram respostas incoerentes em relação a pergunta, e desse modo, inferimos que possivelmente, eles não compreenderam quais eram os eixos

temáticos da Química. Posteriormente à abordagem, observamos noções acerca da HFC.

Destacamos alguns fragmentos do questionário prévio e posterior para a discussão: “*Um pouco na contextualização de como foi produzido aquele determinado conhecer científico.*” (D6); “*O atomismo, por exemplo. Com o contexto histórico e filosófico, eu posso demonstrar que a ciência é globalizada, porém não linear.*” (D6), (grifos nossos). Observamos que o residente inicialmente apresentou noções da importância da contextualização no ensino e, posteriormente, estabeleceu relações com o eixo temático do Atomismo. Com base na análise, inferimos que houve indícios de aprendizagem, evidenciados a partir da ressignificação do conhecimento prévio (MOREIRA, 2000).

Observamos outros aspectos de ressignificação do conhecimento nos seguintes fragmentos: “*Os temas seria sobre comportamentos humanos e a influência da história da humanidade . A importância de discutir e começar com questionamento para os alunos, fazem elas refletir sobre muitas coisas.*” (D5); “[...]Por exemplo sobre Mol, qual sua origem e quem trabalhou nela e sobre a importância para a ciência.” (D5), (grifos nossos). Neste caso, inicialmente, apesar do equívoco acerca dos eixos temáticos, houve noções da importância do questionamento para o ensino e, posteriormente, o residente apresentou maneiras de elencar aspectos históricos e filosóficos no eixo temático de Mol.

Em relação as visões equivocadas acerca da HFC, um exemplo está presente no seguinte fragmento textual: “*O tema da radioatividade, e toda a história da Marie Curie, começando da necessidade de se mudar para França para estudar, e como seu trabalho foi relevante, trazendo assim discussões sobre mulheres na ciência, e todo o processo científico de comprovação de teorias.*” (D2), (grifo nosso). Neste exemplo, apesar dos aspectos do indutivismo ingênuo corroboradas pela ideia de “comprovação de teorias”, observamos noções a respeito dos aspectos históricos e filosóficos.

Argumentamos que a atividade de elaboração dos planos de aula foi fundamental para a compreensão dos eixos temáticos e possíveis relações com a HFC. O próximo tópico apresenta a investigação desta etapa.

4.2 APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS PLANOS DE AULA

Foram elaborados, 04 planos de aula pelos licenciandos em duplas. O Quadro 17 apresenta a temática escolhida e os objetivos elencados para a aula.

Quadro 17 – Temas e objetivos referentes aos planos de aula dos licenciandos.

Licenciandos	Tema	Objetivos
D1 e D6	Termoquímica	Construir os conceitos do que é entalpia; Construir o conceito de entalpia, desenvolver a leitura científica do aluno, trazer à tona as circunstâncias de como foi e ainda se desenvolve o conhecimento científico.
D5 e D8	A história por de trás do mol atual	Orientar os alunos a refletir sobre os aspectos históricos por de trás de um conceito atual, nesse o conceito é o mol.
D2 e D3	As origens da Radioatividade	Conhecer a gênese da radioatividade; Compreender como a ciência é criada e desenvolvida; Pesquisar e debater sobre fatos trazidos com o grupo; Nomear os principais cientistas e processos envolvidos; Contrastar os conhecimentos prévios de senso comum com a história da descoberta da radioatividade.
D4 e D7	Soluções Químicas: Química e Alquimia? Nada a ver! Ou tem?	Levar o Aluno à compreensão do termo “Solução”; Poder levar o aluno a diferenciação entre os tipos de soluções através do uso do conhecimento da história da química, podendo assim identificar e diferenciar estas soluções das demais.

Fonte: a própria autora.

No Quadro 18, apresentamos os registros obtidos em suas URP correspondentes a partir dos fragmentos textuais dos planos de aula. Não houve registros para a URP 1.1.2 “Não contextualista e URP1.3 “Não aborda questões históricas e filosóficas”.

Quadro 18 – Registros obtidos a partir dos planos de aula dos licenciandos.

UR	Fragmentos textuais
URP1.1.1 “Abordagem contextualista”	03 registros

	<p>“[...] onde será apresentado os aspectos principais do conteúdo de entalpia, o contexto histórico pelo qual se passa, quem foi que desenvolveu a teoria, assim como será utilizado o cotidiano dos alunos para que se possa contextualizar o conteúdo.” (D1 e D6)</p> <p>“Em seguida será novamente perguntado oralmente se eles sabem como foi desenvolvido, as cabeças por de trás dos conceitos e o porquê do seu desenvolvimento. [...] abrindo assim um espaço para o debate para uma reflexão sobre essa unidade e posteriormente refletir na história para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de um conceito científico, o mol é um exemplo disso.” (D5 e D8)</p> <p>“Inserção dos alunos no contexto daquela época, onde as ideias de Platão e Aristóteles estavam sendo discutidas incisivamente. [...] entenderem que a química é o avanço da alquimia, uma vez que utiliza métodos mais modernos e eficazes e que esta (alquimia) possui origem bastante incerta, já que existem relatos alquímicos em diversas civilizações antigas espalhadas pelo mundo todo.” (D4 e D7)</p>
URP1.2 “Visões equivocadas acerca da História e Filosofia da Ciência”	<p style="text-align: center;">01 registro</p> <p>“Como surgiu a radioatividade? Quem vocês acham que descobriu a radioatividade?. [...] onde estudarão um cientista envolvido na descoberta da radioatividade.” (D2 e D3)</p>

Fonte: a própria autora.

Com base nos dados do quadro acima, agrupamos na URP1.1.1 “Abordagem contextualista”, 03 fragmentos textuais, apontando noções dos licenciandos a respeito de aspectos históricos e filosóficos. É possível notar que eles atribuíram ao desenvolvimento da ciência, a influência do contexto histórico, atribuindo o caráter processual à ciência além da não-neutralidade.

Para a URP1.2 “Visões equivocadas acerca da História e Filosofia da Ciência”, agrupamos 1 fragmento textual com noções equivocadas a respeito dos aspectos históricos e filosóficos presentes na construção do conhecimento científico. Podemos observar a visão ingênua da “descoberta”, proveniente do senso comum,

desconsiderando o caráter colaborativo no desenvolvimento da ciência.

A atividade foi proposta pela própria pesquisadora com o objetivo de aprofundar as discussões a respeito da HFC. A elaboração dos planos de aula possibilitou investigar o conhecimento dos licenciandos após a abordagem. Além disso, durante as apresentações, eles receberam orientações de recursos didáticos alternativos (artigos a respeito da NdC, fontes primárias de pesquisa) para auxiliarem futuramente o desenvolvimento de suas aulas nessa perspectiva.

Destacamos os indícios que evidenciam discussões contextualistas a respeito dos aspectos históricos e filosóficos envolvidos na construção do conhecimento científico: “[...] onde será apresentado os aspectos principais do conteúdo de entalpia, o contexto histórico pelo qual se passa, quem foi que desenvolveu a teoria, assim como será utilizado o cotidiano dos alunos para que se possa contextualizar o conteúdo.” (D1 e D6), (grifo nosso). O trecho evidencia uma preocupação com a inserção do contexto histórico bem como dos cientistas envolvidos no desenvolvimento da teoria. Além disso, foi possível observar o interesse pelo conhecimento prévio dos estudantes, a fim de contextualizar o conteúdo. Sendo assim, ressaltamos que a Aprendizagem Significativa ocorre a partir da reestruturação do conhecimento prévio do aluno que envolve o seu cotidiano (BATISTA; SALVI, 2006).

Em relação ao cuidado em apresentar o contexto histórico, Martins (2005) afirma que evitar uma síntese histórica puramente descritiva potencializa os cuidados historiográficos durante uma abordagem.

Outro aspecto fundamental para o ensino e aprendizagem de Química é assumindo a participação ativa dos estudantes na construção do conceito, promovendo reflexões e permitindo o pensamento crítico (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014) que favoreçam a construção do conhecimento científico elencando toda a complexidade que permeia o seu desenvolvimento.

O seguinte fragmento textual: “Em seguida será novamente perguntado oralmente se eles sabem como foi desenvolvido, as cabeças por de trás dos conceitos e o porquê do seu desenvolvimento. [...] abrindo assim um espaço para o debate para uma reflexão sobre essa unidade e posteriormente refletir na história para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de um conceito científico, o mol é um exemplo disso.” (D5 e D8), (grifo nosso), apresenta a preocupação dos licenciandos com o aprendizado dos estudantes, ao considerar o conhecimento

prévio e possibilitar o espaço para debate e reflexão acerca do tema Mol.

Além disso, notamos a inserção dos aspectos que permeiam a natureza do conhecimento científico explicitados em um tema desafiador para o ensino, devido ao grau de abstração e dificuldade dos estudantes na compreensão do tema (ROGADO, 2004), sugerindo que os licenciandos realizaram um estudo aprofundado para a exploração da HFC.

Em relação ao fragmento: *“Inserção dos alunos no contexto daquela época, onde as ideias de Platão e Aristóteles estavam sendo discutidas incisivamente. [...] entenderem que a química é o avanço da alquimia, uma vez que utiliza métodos mais modernos e eficazes e que esta (alquimia) possui origem bastante incerta, já que existem relatos alquímicos em diversas civilizações antigas espalhadas pelo mundo todo.”* (D4 e D7), (grifo nosso), inferimos que os licenciandos apresentaram noções dos aspectos históricos e epistemológicos para o ensino do tema de Soluções. Foi possível observar relações estabelecidas entre a Química e a Alquimia, assumindo esta como um avanço, o que mostra uma compreensão acerca da HC e discussões epistemológicas acerca do estudo das soluções, configurando em aspectos da HFC.

A respeito das visões equivocadas da HFC, obtivemos um registro: *“Como surgiu a radioatividade? Quem vocês acham que descobriu a radioatividade? [...] onde estudarão um cientista envolvido na descoberta da radioatividade.”* (D2 e D3), (grifo nosso). Foi possível notar que mesmo com o uso do termo “descoberta” reforçando a ideia do trabalho individual, os licenciandos apresentaram noções da HFC apontadas pelo interesse em apresentar os cientistas envolvidos no estudo da radioatividade incluindo o contexto de desenvolvimento dos estudos. Além disso, os licenciandos problematizaram o tema com a finalidade de instigar o conhecimento prévio dos estudantes, promovendo reflexões. Esses indícios mostram uma compreensão acerca dos aspectos envolvidos na atividade científica.

Ressaltamos que uma vez que os estudantes estiverem familiarizados com o estudo da NdC, mais receptivos estarão para a compreensão de toda a complexidade que envolve o conhecimento científico. Desse modo, é fundamental que as aulas sejam realizadas na perspectiva de um ensino mais amplo e crítico, envolvendo questionamentos e reflexões (ABD-EL-KHALICK, 2013).

Sendo assim, de maneira geral, inferimos que a abordagem possibilitou um aprimoramento das discussões a respeito dos aspectos históricos e

filosóficos envolvidos na construção da ciência, promovendo a reaproximação desses aspectos no ensino de Química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa propôs investigar a abordagem da HFC com licenciandos do Programa de Residência Pedagógica do curso de Química da UEL. Entre as razões que motivaram o desenvolvimento deste trabalho, está a escassez metodológica e epistemológica na Formação Inicial de professores, em que os mesmos apresentam inúmeras concepções inadequadas a respeito da Natureza da Ciência e, uma vez que irão atuar na Educação Básica, continuarão perpetuando visões reducionistas a respeito da ciência enquanto não houverem maneiras de refletir a respeito da prática docente em uma perspectiva mais ampla, favorecendo o pensamento crítico no ensino e aprendizagem dos estudantes (ABD-EL-KHALIC, 2013; GIL-PÉREZ et al, 2001; MARTINS, 2005; MOURA; 2014; PEDUZZI, 2001).

Desse modo, direcionamos o nosso estudo para a abordagem da História e Filosofia da Ciência (MATTHEWS, 1995) em busca de suportes teóricos para a exploração da Natureza da Ciência com a finalidade de proporcionar aos futuros docentes, a incorporação dos aspectos históricos e filosóficos no ensino de Química.

Para isso, desenvolvemos uma unidade didática baseada em uma síntese histórica acerca da combustão no século XVIII a partir do tema: aspectos históricos e filosóficos na construção do conhecimento científico. A escolha foi feita com base na potencialidade do tema para conglomerar a História da Química com a Filosofia da Ciência e no caso desta pesquisa, o conteúdo da combustão proporcionou o estudo da consolidação da Química como ciência, possibilitando aos futuros docentes, caminhos para o ensino de Química mais amplo no sentido de ser humanizado, uma vez que apresenta aspectos históricos, filosóficos, sociais, culturais e econômicos no empreendimento científico.

Sendo assim, a nossa pesquisa consistiu em alguns objetivos específicos. O primeiro foi analisar a estrutura curricular do curso de Licenciatura em Química da Universidade escolhida para a pesquisa e, concluímos que o curso oferece a possibilidade dessas abordagens em várias disciplinas como a Filosofia da Ciência, História da Química, Química na Escola, Didática Geral, Ciclo de Leituras, entre outros. O segundo objetivo consistiu em identificar noções dos licenciandos a respeito da abordagem de HFC, por meio de um questionário prévio semiestruturado que foi respondido pelo *Google Forms*. O terceiro buscou analisar

indícios de aprendizagem dos licenciandos acerca dos aspectos históricos e filosóficos envolvidos na construção do conhecimento científico, a partir de uma unidade didática utilizando como instrumentos, os questionários (prévio e posterior) e os planos de aula.

A análise permitiu a realização de inferências no que tange o conhecimento científico e os saberes epistemológicos e metodológicos necessários para o desenvolvimento de aulas elencando aspectos históricos e filosóficos.

A respeito do conhecimento científico, observamos que os licenciandos apresentaram noções acentuadas correspondentes ao método indutivo (CHALMERS, 1993) conglomeradas com as concepções inadequadas acerca da ciência. Argumentamos que essas noções estão interligadas ao ensino transmissivo, cujo objetivo é a memorização de fórmulas e equações sem contextualizações relacionadas a natureza do conhecimento científico. Outro aspecto diz respeito ao senso comum, em que a ideia de ciência está atrelada a uma noção utilitarista que também está direcionada a um conhecimento comprovado, verdadeiro e livre de influências sociais. Após a unidade didática, percebemos alguns indícios de resignificação do conhecimento (MOREIRA, 2000), por exemplo, com o residente *D3*, que após a intervenção, apresentou noções de mutabilidade da ciência.

Diante do exposto, reconhecemos algumas limitações em nosso trabalho, principalmente a respeito dos aspectos internos da ciência (PRADO; CARNEIRO, 2018). Acreditamos que uma abordagem mais aprofundada acerca das etapas que envolvem as metodologias científicas e desmistificando a relação linear existente entre teoria e experimento, em que o último seria a prova da teoria, poderia enriquecer as discussões e o aprendizado.

Além disso, os licenciandos apresentaram dificuldade na compreensão dos cuidados historiográficos, e, portanto, o aprofundamento desses aspectos também poderia potencializar o aprendizado. Com isso, esperamos que as limitações apontadas em nosso trabalho, possam orientar futuros trabalhos e produções acadêmicas.

Em relação as noções de epistemologia e influência de valores sociais e culturais envolvidos no desenvolvimento da ciência, de maneira geral, evidenciamos indícios de aprendizagem corroboradas pela inserção dos termos “Natureza da Ciência” e “paradigma”, respectivamente, pelos licenciandos *D2* e *D3* nos questionários posteriores.

Ressaltamos que inicialmente, ao serem questionados a respeito do termo Natureza da Ciência, os licenciandos alegaram não terem conhecimento e que era a primeira vez que estavam ouvindo falar a respeito.

O termo paradigma, provavelmente foi inserido devido à perspectiva Kuhniana (KUHN, 2011) adotada para o desenvolvimento da unidade didática. Salientamos que esta perspectiva foi escolhida devido ao conteúdo disciplinar e contexto histórico, no qual a teoria do flogisto representou o paradigma vigente e a identificação do oxigênio, uma das bases fundamentais para a revolução na Química. Desse modo, entre outros objetivos, demonstramos o caráter processual e mutável da ciência permeado por valores culturais e sociais.

A respeito dos eixos temáticos elencando aspectos históricos e filosóficos, inicialmente, notamos um desconhecimento por parte dos licenciandos acerca desses eixos, corroborando alegações de que as orientações feitas nas disciplinas do curso em relação a esses aspectos não estão ligadas ao contexto escolar.

Após a análise dos planos de aula, observamos indícios significativos em relação a compreensão dos eixos temáticos, evidenciados pela utilização dos temas dos planos de aula, por exemplo, pelo residente *D5* com o tema Mol. Além disso, notamos indícios em relação a inserção dos aspectos históricos e filosóficos em todos os planos, sendo que apenas um plano apresentou noções equivocadas acerca da História e Filosofia da Ciência.

Com isso, argumentamos a importância de estabelecer relações entre os aspectos que envolvem a natureza do conhecimento científico com o ambiente escolar, pois, sem esse contexto, os futuros docentes terão dificuldade em desenvolver aulas com essa abordagem.

Desse modo, os instrumentos de análise permitiram algumas conclusões. A primeira trata-se das orientações acerca da História e Filosofia da Ciência na Formação Inicial, que não estão sendo suficientes para superar visões equivocadas acerca da ciência, oferecendo pouco subsídio para a prática docente no ambiente escolar. A segunda conclusão diz respeito a importância dos programas complementares à formação docente, no caso desta pesquisa, a Residência Pedagógica que possibilitou a aplicação e investigação dessa abordagem a partir de uma unidade didática, contribuindo para uma prática docente mais reflexiva (PIMENTA, 1996) levando em consideração uma perspectiva humanizada da

ciência.

No entanto, vale ressaltar que os programas complementares à formação docente não devem assumir o papel exclusivo na abordagem da HFC, é de suma importância que essa abordagem seja contemplada nas disciplinas da Formação Inicial, favorecendo o ensino de Química contextualizado.

Desse modo, nosso trabalho apresenta a potencialidade de fomentar discussões a respeito da abordagem da História e Filosofia da Ciência nas novas disciplinas do curso de Licenciatura em Química da UEL, decorrentes da reformulação do currículo com vigência no ano de 2019. A nova ementa curricular oferece a possibilidade de inserção dessa abordagem em disciplinas como: Educação Científica e Sociedade (1ºano); Didática das Ciências (2ºano); Projetos de Ensino (3ºano); Sociologia das Ciências (4ºano); Diversidade, Multiculturalismo e Educação em Ciências (5ºano), entre outras. Sendo assim, acreditamos que esta pesquisa possa enriquecer tanto as vias da Educação Básica como do Ensino Superior.

Por fim, defendemos a inserção dos aspectos históricos e filosóficos no ensino de Química como uma maneira de romper as visões reducionistas em relação a ciência, a fim de possibilitar o pensamento crítico aos estudantes, em que os mesmos saibam reconhecer o que é científico, o contexto no qual a ciência se desenvolve, as influências culturais, sociais e econômicas envolvidas, promovendo a compreensão do caráter dinâmico e processual da ciência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD-EL-KHALICK, F. Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. **Science & Education**, v. 22, p. 2087-2107, 2013.

ADÚRIZ-BRAVO, A. **Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales**. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2005.

ALMOULOUD, S. A.; COUTINHO, C. D. Q. E. S. Engenharia Didática: Características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 3, n. 1, p.62-77, 2008.

ALVES, M.A. Reflexões acerca da Natureza da Ciência: comparações entre Kuhn, Popper e o empirismo lógico. **Kíneses**, v. 5, n.10, p.193-211, 2013.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Trad. Eva Nick, Heliana de Barros Conde Rodrigues, Luciana Peotta, Maria Ângela Fontes, Maria da Glória Rocha Maron. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BATISTA, I. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.

BATISTA, I. Reconstruções Histórico-Filosóficas e a pesquisa em Educação Científica e Matemática. In: NARDI, R. (org.). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. 1. ed. São Paulo: Escrituras Editora, p. 257-272, 2007.

BATISTA, I. L.; SALVI, R. F. Perspectiva Pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: Pensamento Complexo e Reconciliação Integrativa. **Ensaio**, v. 8, n. 4, p.147-160. 2006.

BELTRAN, M.H.R.; SAITO, F.; TRINDADE, L.S.P. **História da Ciência para a formação de professores**, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Coimbra: Porto Editora LDA, 1994.

BOLÍVAR, A. Conocimiento Didáctico del Contenido y Didácticas Específicas. **Revista de currículum y formación del profesorado**, v. 9, n. 2, p.1-39, 2005.

BRAGA, M.; FREITAS, J.; GUERRA, A.; REIS, J.C. **Lavoisier e a Ciência no Iluminismo**. São Paulo: Atual, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 542p, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a**

Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 51p, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+).** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2016.

BROWER, B. W. **Epistemological Contextualism.** In: CRAIG, Edward (Ed.). *Routledge Encyclopedia of Philosophy.* London/New York: Routledge, 1998. p. 646-650. v. 2.

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

CAPPS, D. K.; CRAWFORD, B. A. Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: are they happening? **Journal of Science Teacher Education**, v.24, n.3, p. 497-526, 2013.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciência. **Ciência & Educação**, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.

FABRICIO, C. M. **A abordagem histórica e filosófica da ciência nos livros didáticos de química – PNLEM/2008 e PNDL/2012: um estudo sobre a combustão no século XVIII.** 2014. 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, p.500-528, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia.** 33ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FILGUEIRAS, C. A. L. A revolução química de Lavoisier: uma verdadeira revolução? **Química Nova**, v.18, n. 2, 1995.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HIDALGO, M.R., LORENCINI, A.J. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 14, p.19-38, 2016.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why Implementing History and Philosophy in School

Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. **Science & Education**, p. 293- 316, 2010.

KUHN, T.S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 10° ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.

KUHN, T.S. **A Função do Dogma na Investigação Científica**. 1° ed. Curitiba: UFPR-SCHLA, 2012.

LAKATOS, I. **The Methodology of Scientific Research Programs**, Cambridge: John Worral & Gregory Currie, 1978.

LAVOISIER, A. L. **Tratado elementar de química**. Trad. Lais dos Santos Pinto Trindade. São Paulo: Madras, 2007.

LAVOISIER, A.L. **Traité élémentaire de chimie**. Editions la Bibliothèque Digitale, 2014.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners Conceptions of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

MARTINS, L.A.P. A história da ciência e o ensino de biologia. **Ciência & Educação**, v. 3, n. 2, p. 18-25, 1998.

MARTINS, L.A.P. História da Ciência: Objetos, Métodos e Problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, p. 21-34, 2006.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação, **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164- 214, 1995.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 4ª ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 1996.

MOCELIN, R. C.; O “sonho newtoniano” de Guyton de Morveau. **Circumscribere**, v. 10, 2011.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.A.F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, M.A. **Aprendizaje significativo: teoría y práctica**. Madrid: Visor, 2000.

MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação na sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora, 2009.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n.2, p. 23-26, 1995.

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 7, p. 692–720, 2003.

PAGLIARINI, C. R. **Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de Física para o Ensino Médio**. 2007. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Física Básica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PARANÁ. Secretaria do Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares de Ciências para a Educação Básica**. Curitiba, 2006.

PEDDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, cap. 7, p. 151-170, 2001.

PENA, G. B. O.; MESQUITA, N. A. S. Caracterização de obstáculos epistemológicos na concepção de licenciandos em química que dificultam o desenvolvimento do conhecimento profissional docente. **Química Nova**, v.41, n.8, p. 943-952, 2018.

PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia**. Rio de Janeiro: Florense, 1970.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, p.159-180, 2010.

PORTUGAL, K. O.; BROIETTI, F. C. D. Visões acerca da natureza da ciência de formandos em licenciatura em química. **ACTIO: Docência em Ciências**, v.5, n.1, p. 1-18, 2020.

PRADO, L.; CARNEIRO, M. C. O episódio histórico das teorias do flogisto e calórico: criando interfaces entre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Química na busca pela humanização do trabalho científico. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v.18, p.153-180, 2018.

PIMENTA, S. G. Formação de Professores – Saberes da Docência e Identidade do Professor. **Fac. Educ.**, v. 22, n.2, 1996.

ROGADO, J. A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 1, p. 63-73, 2004.

SACRISTÁN, J. G. **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 57, n.1, 1987.

SILVA, L. P.; ARAUJO, F. R.; SILVA, F. R. B.; DAMASCENO, A. O.; AGUIAR, V. L. G. S.; LOPES, Z. S. A influência do conhecimento sistematizado no livro didático nas representações sociais de ciências. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências ABRAPEC (Org.), **Anais, V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, SP, 2005.

SJOSTROM, J.; “The Discourse of Chemistry (and Beyond)”, **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, 13, p. 83-97, 2007.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE, JR. O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de História e Filosofia da Ciência no ensino de Física. In: Peduzzi, L. O. Q.; Martins, A. F. P.; Ferreira, J. M. H. (Orgs.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no ensino**. EDUFERN, 372f, 2012.

TOSI, L. Lavoisier: uma revolução na química. **Química Nova**, v.12, n.1, p. 33-56, 1986.

VIANNA, H. M. **Pesquisa em Educação: a observação**. Brasília: Plano Editora, 2003.

VIDAL, P.H.O.; PORTO, P.A. A História da Ciência nos livros didáticos de Química no PNLEM 2007. **Ciência & Educação**. v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

WANG, H. A.; MARSH, D. D. Science instruction with a humanistic twist: teachers' perception and practice in using the History of Science in their classrooms. **Science & Education**, n. 11, p.169-189, 2002.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

ZANON, D. A. V.; MACHADO, A. T. A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em Química. **Ciências & Cognição**, v.18, n.1, p. 46-56, 2013.

Apêndices

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Temática da História e Filosofia da Ciência na Formação Inicial

Gostaria de convidá-lo/a para participar da pesquisa “A História e a Filosofia da Ciência na Formação Inicial de professores/as de Química” de responsabilidade da pesquisadora Drielle Caroline Castilho. Para participar, é necessária a leitura deste documento com atenção.

Gostaria de contar com sua colaboração no preenchimento do questionário a seguir, cujo intuito é coletar dados para a minha Dissertação de Mestrado para o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina/PR, sob orientação da Prof^a Dr^a Irinéa de Lourdes Batista. O objetivo da pesquisa é investigar o conhecimento dos estudantes acerca da temática da História e Filosofia da Ciência no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual de Londrina.

Os benefícios esperados envolvem possibilidades de discussões e reflexões acerca da formação de professores/as no ensino de Química para os/as futuros docentes, contribuindo para sua formação acadêmica.

Sua decisão de participar é voluntária, podendo se recusar ou mesmo desistir da participação a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos que os dados pessoais coletados, serão utilizados somente para fins desta pesquisa e serão tratados com sigilo e confidencialidade, de modo a preservar sua identidade. Você declara ter sido informado/a e concorda em participar, como voluntário/a, do projeto de pesquisa acima descrito?

Eu, _____, declaro ter sido informado/a e concordo em participar, como voluntário/a, da pesquisa acima descrito.

Assinatura

Data: ___/___/___

APÊNDICE B - Questionário prévio

1. Em sua compreensão, o que é Ciência?

2. O que você entende por Epistemologia da Ciência?

3. Alguns autores afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outros afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada.

a) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Explique sua resposta utilizando exemplos.

b) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Explique sua resposta utilizando exemplos.

4. Em sua formação inicial, temas envolvendo a História e Filosofia da Ciência estão e/ou têm sido contempladas com o intuito de orientar sua inserção no ambiente escolar? Caso não tenham, você acharia interessante a inserção desses temas? Justifique.

5. Em sua opinião, qual/is eixo/s temático/s poderia/m apresentar aspectos da História e Filosofia da Ciência que influenciaria/m a sua prática docente? Justifique sua resposta com exemplos.

APÊNDICE C - Questionário posterior

1. Em sua compreensão, o que é Ciência?

2. O que você entende por Epistemologia da Ciência?

3. Alguns autores afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outros afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada.

a) Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Explique sua resposta utilizando exemplos.

b) Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Explique sua resposta utilizando exemplos.

4B. Em sua opinião, de que modo as discussões proporcionadas a partir da unidade didática poderão influenciar a sua prática docente?

5. Em sua opinião, qual/is eixo/s temático/s poderia/m apresentar aspectos da História e Filosofia da Ciência que influenciaria/m a sua prática docente? Justifique sua resposta com exemplos.

ANEXOS

ANEXO A - Biografia de Lavoisier

Antoine Laurent Lavoisier nasceu em 26 de agosto de 1743, em Paris. Sua família era rica, o que permitiu que Lavoisier estudasse em colégios de prestígio. Lavoisier se formou em Direito aos 21 anos de idade para satisfazer o desejo do pai e após concluir o curso, passou a se dedicar às ciências. Ele começou a estudar Química devido ao seu interesse pela Geologia e em 1764 escreveu seu primeiro trabalho sobre Geologia que foi apresentado na Academia Real de Ciências em Paris em 1765.

Em 1768, Lavoisier comprou ações de uma empresa chamada Ferme Générale. A empresa tinha sido responsável pelo rei da França de cobrar os impostos da população, recebendo uma parcela como pagamento pelo serviço. Por isso, a empresa não tinha boa reputação, pois muitos a acusavam de retirar somas consideráveis de impostos como pagamento, tornando-os muito altos. O trabalho na Ferme Générale proporcionou ao Lavoisier, a oportunidade de realizar diversas viagens, contribuindo para que a sua fama como cientista se propagasse por todo o país.

Em 1771, ele se casou com Marie-Anne-Pierrette Paulze, filha de outro fermier. Marie-Anne foi uma colaboradora muito dedicada, aprendendo latim e inglês, tornando-se tradutora de diversos livros científicos. Ao mesmo tempo, estudou pintura com Jacques Louis David, um dos maiores pintores franceses da época. A partir desse conhecimento de desenho e pintura, ela passou a ilustrar os livros de Lavoisier.

Lavoisier tomou conhecimento das pesquisas que estavam sendo realizadas por outros cientistas sobre a natureza do ar e influenciado pelo pensamento iluminista, estudou as reações químicas por meio de experimentos, identificando o elemento químico oxigênio e contribuindo para o surgimento da ciência moderna ao demonstrar que a teoria do flogisto de George Stahl não se aplicava à maioria dos materiais. Ao utilizar a balança como instrumento científico, realizou os fundamentos básicos da ciência moderna, a incorporação dos experimentos quantitativos com a linguagem matemática.

Em 1775, Lavoisier foi convocado para resolver um problema científico e econômico vivido pela França. A escassez de salitre e a corrupção em algumas empresas produtoras de pólvora impediram o Estado de obter a pólvora necessária

para a defesa de seu território. O cientista sugeriu ao controlador geral das finanças que se criasse uma empresa controlada pelo Estado para a produção de pólvora, onde o mesmo tornou-se o diretor. Essa empresa teve um dos laboratórios mais bem equipados do mundo e a produção de pólvora era a melhor da Europa na época.

A medida que o tempo passava, Lavoisier foi alcançando cargos de hierarquia na academia, até que, em 1785, assumiu a presidência por um ano. Procurou então elaborar uma reforma da estrutura acadêmica, criando duas novas classes, a de Física Geral e a de Mineralogia, mas reduzindo o número de acadêmicos por classe. Essa atitude causou descontentamento e fez aumentar o número de cientistas politicamente contrários a Lavoisier. Essa reforma aconteceu quatro anos antes da Revolução Francesa.

Em 1789, Lavoisier publicou o livro *Tratado Elementar da Química* com novas informações a respeito das substâncias conhecidas que haviam sido identificadas.

Em março 1793, Lavoisier teve que deixar o seu cargo como administrador da pólvora, e quase ao mesmo tempo, a Assembleia Constituinte acabou com o contrato da *Ferme Générale* e os *fermiers* passaram a ser perseguidos, acusados de desvio de dinheiro público e de venderem o tabaco com água (o processamento do tabaco com água era necessário para que as folhas não ficassem quebradiças).

Em novembro de 1793 ele se entregou às autoridades e sua casa e laboratório foram selados e os aparelhos, pertencentes a Comissão de Pesos e Medidas, que utilizava em sua casa foram retirados. Houveram tentativas para libertar Lavoisier da prisão, mas não houve sucesso. Na tarde do dia 8 de maio de 1794 Lavoisier foi condenado a guilhotina.

Referências bibliográficas:

BRAGA, M.; FREITAS, J.; GUERRA, A.; REIS, J.C. **Lavoisier e a Ciência no Iluminismo**. São Paulo: Atual, 2000.

FILGUEIRAS, Carlos Alberto Lombardi. **A revolução química de Lavoisier: uma verdadeira revolução?** Química Nova, 18 (2), 1995.

ANEXO B - A identificação do oxigênio

Até o século XVIII, a Química não era considerada uma ciência, pois era vista como uma atividade artesanal, resumida em manipulação de substâncias. Além disso, os filósofos iluministas a viam como uma atividade ligada à alquimia sem bases racionais que a ciência deveria ter.

Nessa época a teoria aceita pelos químicos que explicava vários fenômenos como a combustão e a calcinação, era a teoria do flogisto proposta pelo cientista alemão George Stahl que tinha como base o princípio aristotélico dos quatro elementos: terra, água, fogo e ar. Ele desenvolveu uma teoria importante para explicar as reações químicas ocorridas na presença do fogo.

Stahl acreditava na existência de um “princípio fogo” que seria uma espécie de espírito do fogo, denominado flogisto que era encontrado nas substâncias e que se desprendia delas quando eram aquecidas.

De acordo com essa teoria, a calcinação dos metais com formação da cal correspondente, ocorria devido ao desprendimento de flogisto, conforme apresenta a equação 01 abaixo:



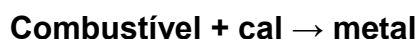
Equação 01 – representação da calcinação de um metal

De forma semelhante, considerava-se que os combustíveis, como o carvão, ricos em flogisto, o cediam no momento da combustão, conforme apresenta a equação 02 abaixo:



Equação 02 – representação da combustão do carvão

Quando a cal era aquecida com esses combustíveis, eles cediam parte do seu flogisto à cal e obtinha-se o metal, conforme apresenta a equação 03 abaixo:



Equação 03 – representação da reconstituição de um metal

O aumento de peso observado durante a calcinação não parecia criar grandes problemas no começo, pois era considerado uma anormalidade. Como a teoria de Stahl explicava vários fenômenos, a comunidade científica depositava confiança. Portanto, para que ela fosse abandonada, deveria haver outra que além de solucionar essa anormalidade, deveria explicar os fenômenos com o mesmo poder de abrangência.

Outros cientistas como o britânico teólogo e filósofo Joseph Priestley (1733-1804) e o farmacêutico sueco Carl Schéele (1742-1786) também desenvolveram experimentos a respeito da combustão a partir da explicação do flogisto utilizando bombas de ar.

A partir da segunda metade do século XVIII, influenciados pelo pensamento iluminista, alguns químicos tinham o objetivo de transformar a Química valorizando-a como a construção de uma ciência exata, acadêmica e racional. Entre esses cientistas, destacamos Guillaume-François Rouelle (1703-1770), Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Claude-Louis Berthollet (1748-1822), Antoine François de Fourcroy (1755-1809) e Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794).

Lavoisier tomou conhecimento de todas as pesquisas sobre a natureza do ar que haviam sido desenvolvidas a partir da bomba de ar, equipamento inventado no século XVII pelo engenheiro alemão Otto Von Guericke (1602-1628), por cientistas como Robert Boyle (1627- 1691) e Robert Hooke (1635-1703), a partir da leitura das traduções dos escritos desses cientistas, realizadas pela sua esposa e colaboradora, Marie-Anne.

Em 1774, Lavoisier e Priestley se encontraram e expuseram seus experimentos e ideias acerca do estudo do “ar” e após o encontro, Lavoisier começou a planejar e realizar uma série de experimentos para analisar a participação do “ar” nas reações de combustão e calcinação dos metais, pois acreditava que a visão de Priestley e dos cientistas adeptos a teoria do flogisto estava equivocada.

Um dos experimentos consistiu no aquecimento de materiais como o fósforo e o enxofre e constatou que após a combustão, os resíduos estavam mais “pesados”. Os experimentos o levaram a conclusão de que o flogisto realmente não poderia existir. Lavoisier concluiu que a anormalidade que envolvia o aumento de peso das substâncias após a combustão envolvia o efeito do ar atmosférico, onde após a realização de experimentos, foi possível constatar a presença de um conjunto de gases e não por apenas um elemento puro.

Os próximos passos envolveram a identificação dos gases e o primeiro a ser identificado foi resultado do experimento de Priestley que denominava “ar desflogistizado”. No entanto, como a base para a nova teoria era o abandono da existência do flogisto, Lavoisier definiu outro nome, chamando-o de “princípio oxigênio” e mais tarde de “oxigênio”. Com esse conjunto de experimentos, Lavoisier

concluiu que o ar era um composto de gases.

Em 1783, Lavoisier teve o conhecimento de novas experiências que Joseph Priestley e Henry Cavendish (1731-1810) estavam realizando na Inglaterra, onde conseguiram produzir orvalho a partir de descargas elétricas e perceberam que na realidade era água pura.

O conhecimento desse fato levou Lavoisier a refazer os experimentos a fim de explicá-lo pela nova teoria e na análise, ele apontou a presença de “princípio oxigênio” e “princípio hidrogênio”, mostrando a água como um composto.

O novo conjunto de teorias oriundo de experimentos somados à matematização capaz de explicar os fenômenos independentemente da ideia do flogisto, começou a ser rapidamente aceita na comunidade científica, levando a uma revolução, reconhecendo a Química como uma ciência moderna.

Em seu livro, *Traité élémentaire de chimie*, Lavoisier demonstra a sua visão em relação a Química bem como a influência de outros cientistas e filósofos para a sua construção. Os trechos abaixo foram extraídos do seu livro com respectivas traduções.

Trecho 01

L'admission de quatre élémens qui, par la variété de leurs proportions, composent tous les corps que nous connoissons, est une pure hypothèse imaginée long tems avant qu'on eût les premières notions de la Physique expérimentale & de la Chimie. On n'avoit point encore de faits, & l'on formoit des systèmes ; & aujourd'hui que nous avons rassemblé des faits, il semble que nous nous efforcions de les repousser, quand ils ne quadrent pas avec nos préjugés ; tant il est vrai que le poids de l'autorité de ces pères de la philosophie humaine se fait encore sentir, & qu'elle pèsera sans doute encore sur les générations à venir.

A admissão de quatro elementos que, pela variedade de suas proporções, constituem todos os corpos que conhecemos, é uma hipótese pura imaginada muito antes de termos as primeiras noções de física e química experimentais. Ainda não tínhamos fatos e formamos sistemas; agora que reunimos os fatos, parece que estamos nos esforçando para afastá-los, quando eles não quadruplicam com nossos preconceitos; pois é verdade que o peso da autoridade desses pais da filosofia humana ainda é sentido, e que, sem dúvida, ainda pesará sobre as gerações futuras (LAVOISIER, 2014, p.7).

Trecho 02

chimiques ou attractions électives. M. Geoffroy, M. Gellert, M. Bergman, M. Schéele, M. de Morveau, M. Kirwan & beaucoup d'autres ont déjà rassemblé une multitude de faits particuliers, qui n'attendent plus que la place qui doit leur être assignée ; mais les données principales manquent, ou du moins celles que nous avons ne sont encore ni assez précises ni assez certaines, pour devenir la base fondamentale sur laquelle doit reposer une partie aussi importante de la Chimie. La science des affinités est d'ailleurs à la

[...] M. Geoffroy, M. Gellert, M. Bergman, M. Schéele, M. de Morveau, M. Kirwan e muitos outros já reuniram uma infinidade de fatos particulares, que estão apenas esperando pelo lugar que deveria ser deles atribuído; mas faltam os dados principais, ou pelo menos aqueles que temos ainda não são suficientemente precisos nem certos para se tornarem a base fundamental sobre a qual deve repousar uma parte tão importante da química (LAVOISIER, 2014, p.8).

Trecho 03

Quand les choses sont parvenues à ce point, quand les erreurs se sont ainsi accumulées, il n'y a qu'un moyen de remettre l'ordre dans la faculté de penser ; c'est d'oublier tout ce que nous avons appris, de reprendre nos idées à leur origine, d'en suivre la génération, & de refaire, comme dit Bacon, l'entendement humain.

Quando as coisas chegam a esse ponto, quando os erros se acumulam dessa maneira, tem apenas um meio de restaurar a ordem na faculdade de pensar; é esquecer tudo o que aprendemos, voltar às nossas ideias originais, seguir sua geração e refazer, como diz Bacon, a compreensão humana (LAVOISIER, 2014, p.13).

Referências bibliográficas:

BRAGA, M., & FREITAS, J., & GUERRA, A., & REIS, J.C. **Lavoisier e a Ciência no Iluminismo**. São Paulo: Atual, 2000.

FABRICIO, C. M. **A abordagem histórica e filosófica da ciência nos livros didáticos de química – PNLEM/2008 e PNDL/2012: um estudo sobre a combustão no século XVIII**. 2014. 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

LAVOISIER, A.L. **Traité élémentaire de chimie**. Editions la Bibliothèque Digitale, 2014.

TOSI, L. Lavoisier: uma revolução na química. **Química Nova**, v.12, n.1, p. __, 1986.

ANEXO C - Modelo de plano de aula

Escola:
Docente:
Disciplina:
Série:
Turma:
Carga horária:

Tema: (momento de refletir: o que ensinar? Porque ensinar?)

Conteúdo básico:

Problematização: Momento de conhecer o conhecimento prévio dos estudantes acerca do tema de estudo. Podemos solicitar aos estudantes a exposição de seus pensamentos por meio de perguntas, situações-problema, pequenos textos, entre outros, uma vez que esse é o momento que mais influencia o aprendizado (MOREIRA, 2006).

Objetivo geral:
Objetivo específico:

Metodologia de ação (estratégias): elencar aspectos da natureza do conhecimento científico. <ul style="list-style-type: none">• Quais são os cientistas envolvidos nessas pesquisas?• Qual era o contexto histórico, social, cultural? (O que estava acontecendo naquele momento na sociedade?)• Os cientistas utilizavam a criatividade?• Houveram revoluções?

Recursos metodológicos: detalhar os materiais a serem utilizados durante

a aula.

Referências Bibliográficas: apresentar a referência bibliográfica utilizada.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** São Paulo: Centauro Editora, 2009