



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE CAMPUS FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECM**

GABRIELA CLEMENTE BRITO SALDANHA

**O LIVRO “OS BOTÕES DE NAPOLEÃO – AS 17 MOLÉCULAS QUE MUDARAM A
HISTÓRIA” NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

**FORTALEZA/CEARÁ
2020**

GABRIELA CLEMENTE BRITO SALDANHA

O LIVRO “OS BOTÕES DE NAPOLEÃO – AS 17 MOLÉCULAS QUE MUDARAM A HISTÓRIA” NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

.

Orientador: Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Área de concentração: Ensino de Química

**FORTALEZA/CEARÁ
2020**

GABRIELA CLEMENTE BRITO SALDANHA

O LIVRO “OS BOTÕES DE NAPOLEÃO – AS 17 MOLÉCULAS QUE MUDARAM A HISTÓRIA” NO CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Química.

Orientadora: Prof. Dr. Ana Karine Portela Vasconcelos

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Profa. Dra. Caroline de Góes Sampaio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Prof. Dr. João Carlos da Costa Assunção
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S1621 Saldanha, Gabriela Clemente Brito.
O LIVRO ?OS BOTÕES DE NAPOLEÃO ? AS 17 MOLÉCULAS QUE MUDARAM A HISTÓRIA? NO
CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES
DE QUÍMICA / Gabriela Clemente Brito Saldanha. - 2020.
173 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática,
Campus Fortaleza, 2020.
Orientação: Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos.
1. História da Química.. 2. Aprendizagem Significativa.. 3. Os Botões de Napoleão.. 4. Formação de
professores.. 5. Livro de divulgação científica.. I. Título.
- CDD 510.07
-

“Ora, Àquele que é poderoso para fazer infinitamente mais do que tudo o que pedimos e pensamos, à Ele seja a glória...” (Efésios 3: 20-21).

“Descubra o que o aluno sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (David Ausubel).

À Deus, por sua infinita graça e bondade.

E à minha querida mãe Maria Nilce Clemente Brito, por ser minha fonte de coragem e amor.

AGRADECIMENTOS

Durante esse período do mestrado minha vida teve algumas modificações, as quais me proporcionaram viver de forma mais intensa durante alguns momentos. Tenho muitas pessoas para agradecer o apoio, cuidado e amor. Primeiramente, agradeço a Deus por me fortalecer, abençoar, me dá sabedoria e graça para realizar todos os meus objetivos.

Agradeço também a minha família por sempre abraçarem meus sonhos juntamente comigo. Minha mãe Nilce, a ela todo meu amor, respeito e gratidão por tudo. Minha irmã Ana Beatriz, que amo demais e que senti muita saudade de nós três juntas. Meu tio/pai Reginaldo Brito que me apoiou e me ajudou muito sempre que precisei, à minha avó Fátima Brito por seu cuidado e preocupação de sempre. À minha querida tia Inês Saldanha por tudo que sempre fez e faz por mim e a Lucinda Saldanha, meu muito obrigada.

Ao meu esposo Silas Abud Loyola pelo apoio, ajuda, compreensão e por ser uma benção em minha vida. À sua família pelo acolhimento e carinho.

À professora Ana Karine Portela Vasconcelos por suas orientações e aprendizados além da vida acadêmica, pela paciência, tempo e atenção.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM) pelas trocas de aprendizagens, pelos diálogos e compartilhamentos de saberes. Ao Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *campus* Fortaleza e Maracanaú pelo desenvolvimento da pesquisa. E a FUNCAP, pelo financiamento da minha bolsa de estudos de maneira integral.

Aos colegas do PGECM que tornaram esse período mais leve, em especial minha amiga Thamires Alves por termos desenvolvido uma amizade para vida e a Anne Karoline pelo companheirismo e troca de experiências de dividir um apartamento. Aos amigos Marcelo Henrique, Eduardo Firmino e Clarycy Nojosa pelo compartilhamento de alegrias e ajuda mútua.

RESUMO

A Química é uma ciência que estuda os elementos componentes da matéria e suas diversas transformações. Sua compreensão está diretamente ligada ao desenvolvimento histórico científico que interligam os contextos sociais, políticos e econômicos. Na formação de professores, torna-se imprescindível a compreensão desse fenômeno para uma futura atuação no campo da docência de forma mais humanística, por proporcionar uma visão mais adequada sobre a ciência e o saber científico. Livros de divulgação científica podem ser usados como facilitadores desse processo de aprendizagem ao proporcionar uma melhor articulação entre conhecimentos científicos e históricos. Esta pesquisa teve por objetivo geral analisar indícios de aprendizagem significativa baseada na contextualização dos conhecimentos químicos e históricos a partir de uma abordagem do livro: *“Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História”* na disciplina de História da Química do IFCE – Campus Maracanaú. A pesquisa teve como campo metodológico uma abordagem qualitativa pautada em um estudo de caso, em que foi aplicada uma Situação de Estudo com vinte e um graduandos do curso de Licenciatura em Química. A coleta de dados ocorreu por meio de questionários, aula prática laboratorial e seminários. A análise dos dados foi pautada na Teoria da Aprendizagem Significativa e em alguns princípios facilitadores de uma Aprendizagem Significativa Crítica. A análise dos resultados evidenciou que o livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 Moléculas que mudaram a História”* foi um recurso facilitador no processo de aprendizagem de conhecimentos contextualizados e históricos por meio de estratégias de ensino que possibilitou uma aprendizagem significativa na compreensão da influência que a ciência química desempenhou na história da humanidade. Quanto ao uso dos seminários, evidenciou-se que essa estratégia foi bastante exitosa e facilitou o desenvolvimento do diálogo e timidez, além de propiciar o desenvolvimento individual e em equipe, um aprofundamento do tema e melhor preparação na prática docente. Observou-se ainda, que o uso do livro possibilitou aos estudantes relacionarem conhecimentos científicos, cotidianos e de aspectos históricos, facilitando assim, a compreensão de conhecimentos químicos numa abordagem histórica. Essa pesquisa pode auxiliar futuros professores e futuras pesquisas no meio acadêmico para corroborar no processo de ensino e aprendizagem no contexto de uma Aprendizagem Significativa através da utilização de um livro como suporte metodológico.

Palavras chave: História da Química. Aprendizagem Significativa. Os Botões de Napoleão. Formação de professores. Livro de divulgação científica.

ABSTRACT

Chemistry is a science that studies the component elements of matter and its various transformations. Their understanding is directly linked to the historical scientific development that interconnects social, political and economic contexts. In the formation of teachers, it is essential to understand this phenomenon for a future performance in the field of teaching in a more humanistic way, as it provides a more adequate view of science and scientific knowledge. Scientific dissemination books can be used as facilitators of this learning process by providing a better articulation between scientific and historical knowledge. The general objective of this research was to analyze evidence of significant learning based on the contextualization of chemical and historical knowledge based on an approach of the book: "Napoleon's Buttons: The 17 Molecules that changed History" in the discipline of History of Chemistry at IFCE - Campus Maracanaú. The research had as a methodological field a qualitative approach based on a case study, in which a Study Situation was applied with twenty-one undergraduate students in the Chemistry Degree course. Data collection took place through questionnaires, practical laboratory classes and seminars. The data analysis was based on the Theory of Meaningful Learning and on some principles that facilitate Critical Meaningful Learning. The analysis of the results showed that the book "The Buttons of Napoleon: the 17 Molecules that changed History" was a facilitating resource in the process of learning contextualized and historical knowledge through teaching strategies that enabled a significant learning in understanding the influence that chemical science has played in human history. As for the use of the seminars, it became evident that this strategy was quite successful and facilitated the development of dialogue and timidity, in addition to promoting individual and team development, a deeper understanding of the theme and better preparation in teaching practice. It was also observed that the use of the book made it possible for students to relate scientific knowledge, daily life and historical aspects, thus facilitating the understanding of chemical knowledge in a historical approach. This research can help future teachers and future research in the academic environment to support the teaching and learning process in the context of Meaningful Learning through the use of a book as methodological support.

Keywords: Chemistry History. Meaningful learning. Napoleon's Buttons. Teacher training. Science Outreach Book.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sucos para análise da quantificação de Vitamina C	79
Figura 2 - Materiais e vidrarias utilizadas.	80
Figura 3 - Conclusão do relatório dos participantes E ₈ , E ₁₃ e E ₁₆	102
Figura 4 - Conclusão do relatório dos participantes E ₁ , E ₃ e E ₂₀	102
Figura 5 - Conclusão do relatório dos participantes E ₅ , E ₁₄ e E ₁₅	102
Figura 6 - Cálculos da vitamina C – Trecho do relatório dos alunos E ₈ , E ₁₃ e E ₁₆	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição da dinâmica de apresentação de seminários.	60
Quadro 2 - Transcrições de respostas do QI e QF correlacionadas sobre a Questão 01.	115
Quadro 3 - Respostas do QI e QF correlacionadas sobre a Questão 02 do QF.	118
Quadro 4 - Respostas do QI e QF correlacionadas sobre a Questão 03 do QF.	119
Quadro 5 - Transcrição das respostas dos alunos sobre os capítulos dos seminários.	125

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AS	Aprendizagem Significativa
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
DCN/CQ	Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Química
GIPEC	Grupo Interdepartamental de Pesquisa e Educação em Ciências
HC	História da Química
HFC	História e Filosofia da Ciência
LDBEM	Leis Diretrizes Bases do Ensino Médio
NdC	Natureza da Ciência
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
SE	Situação de Estudo
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
QI	Questionário Inicial
QF	Questionário Final

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEORICO	19
2.1 A História das Ciências e o Ensino de Ciências	19
2.2 A História da Química	24
2.2.1 Concepções dos filósofos gregos	26
2.2.2 A Alquimia em Alexandria	30
2.2.3 Química Moderna.....	35
2.3 A História da Química como disciplina na formação de professores	39
2.4 Ensino de Química no Brasil – Do período imperial até atualidade	43
2.4.1 Contextualização no Ensino de Química	47
2.4.2 O livro “Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História” como estratégia metodológica.....	50
2.5 Estratégias de Ensino – uso de seminários	57
2.6 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)	61
2.6.1 Aprendizagem Significativa Crítica	65
2.7 Situação de Estudo.....	68
3. METODOLOGIA.....	73
3.1 Abordagem qualitativa e estudo de caso.....	73
3.2 Campo e sujeitos da pesquisa	76
3.3 Instrumentos de Coletas de Dados	76
3.4 Descrição das Etapas da Pesquisa	78
3.4.1 Primeira etapa problematização	78
3.4.2 Segunda etapa primeira elaboração	79
3.4.3 Terceira etapa, elaboração e compreensão conceitual	81
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
4.1 Dados referente ao Questionário Inicial – Primeira etapa: Problematização.....	83
4.2 Análise da 2ª etapa da SE: Primeira Elaboração.....	100
4.3 Análise da 3ª etapa da SE: Elaboração e Compreensão Conceitual	104

4.4 Comparação entre Questionário Inicial (QI) e Questionário Final (QF)	114
4.4 Análise do Questionário de Avaliação Metodológica	126
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	154
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO INICIAL.....	156
APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO FINAL.....	160
APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO METODOLÓGICA.....	162
APÊNDICE E - ANÁLISE QUANTITATIVA DE VITAMINA C CONTIDA NOS ALIMENTOS (IODOMETRIA).....	164
APÊNDICE F – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS SEMINÁRIOS.....	167
APÊNDICE G – PERGUNTAS DA ENTREVISTA.....	168
ANEXO I - ENTREVISTA TRANSCRITA NA INTEGRA.....	169

1 INTRODUÇÃO

A Química, que está intrinsecamente ligada a outros campos das Ciências Naturais, teve um avanço histórico com contribuições singulares para a sociedade e para o desenvolvimento humano. “No ensino de química, essas particularidades devem ser contempladas a fim de que o estudante compreenda essa ciência de forma integral: sua teoria, prática e desenvolvimento” (FERREIRA, 2013, p. 17).

A formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade com um grau de conhecimento relevante a fim de colaborar para o bem comum social, bem como na construção de uma educação mais consciente de seu papel transformador no desenvolvimento científico-tecnológico, torna-se imprescindível para um ensino de qualidade no intuito de colaborar diretamente nas condições de vida dos indivíduos.

Pesquisas na área do ensino de Química revelam que professores estão enfrentando dificuldades ao abordar sobre conceitos científicos na sala de aula, uma vez que no processo de ensino de conceitos científicos deve-se incluir como tais conceitos foram construídos (OKI, 2006). O uso da História da Ciência têm se mostrado um importante recurso pedagógico no ensino de conceitos científicos, ajudando na mediação adequada dos conhecimentos que devem ser adquiridos pelos discentes.

Segundo Marques (2010), a História da Ciência é um importante recurso didático aliado a prática docente no Ensino de Ciências Naturais de modo a contextualizar alguns conceitos para alunos e professores. É bastante eficiente quando o professor utiliza fontes adequadas e atualizadas para promover uma visão crítica e reflexiva sobre ciência em relação à construção do conhecimento científico (TRINDADE e TRINDADE, 2007).

Esse fator está diretamente imbricado à formação inicial de professores, visto que a partir de sua preparação refletirá numa educação de qualidade nas escolas básicas. Nesse sentido, os cursos de licenciatura trazem, em sua grade curricular, disciplinas que abordem sobre a preparação de licenciandos para uma educação mais humanística, considerando a história da construção dos conhecimentos científicos.

Os futuros professores devem, então, além de compreender as leis, princípios e conceitos “reconhecer a Química como uma construção humana e compreender os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político” (BRASIL, 2001, p. 7). Como salienta Silva e Pataca (2018) a “humanização” da ciência e,

consequentemente, a formação humanística do estudante, está atrelada à forma como o conhecimento é abordado em sala de aula.

Nesse contexto, diversas pesquisas estão sendo feitas com a finalidade de averiguar as concepções acerca da Natureza da Ciência (NdC), História e Filosofia da Ciência (HFC) e História da Ciência (HC) (BELTRAN, 2013; MATTHEWS, 1995; ZANON e MACHADO, 2013; COSTA *et al.*, 2017) de alunos e professores. Uma vez que, aos professores está a incumbência de repassar o conhecimento de modo que os alunos reconheçam a importância do conhecimento científico e aplique-os nos fatos que os cercam.

A expressão “Natureza da Ciência” frequentemente se refere à epistemologia da ciência, à ciência como o caminho do conhecimento e também aos valores e crenças presentes no progresso do conhecimento científico (FERRAZ e OLIVEIRA, 2006). Conforme Silva e Martins (2010, p.73) “a HFC pode contribuir para melhor caracterização dos aspectos relativos à NdC, tais como: a relação entre ciência, tecnologia e sociedade; a percepção da ciência como atividade humana e a falibilidade dos cientistas”.

Segundo Silva (2010), os alunos do ensino médio tem uma visão sobre a Ciência que a situam como simplista, exata, distorcida e infalível. A introdução de História da Ciência, segundo Oki e Moradillo (2008, p.69) pode facilitar mudanças de concepções simplistas sobre a ciência e ainda contribui para a humanização do conhecimento científico:

A História da Ciência é considerada conhecimento indispensável para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, passando a assumir o elo capaz de conectar ciência e sociedade. Uma das importantes recomendações desse projeto consiste em ensinar menos para ensinar melhor. É deixada, aos curriculistas, a importante tarefa de promover reestruturações visando muito mais eliminar do que acrescentar conteúdos de ensino (OKI e MORADILLO, 2008, p.69).

Utilizar abordagem histórica numa visão crítico e reflexiva pode ser uma possibilidade de levar os alunos a reconhecerem o mundo cientificamente e perceberem que a Ciência é um processo dinâmico, que se desenvolveu através da história do homem e que influenciou e continua a influenciar a sociedade de forma social, econômica, política e cultural.

Assim, “a História da Ciência pode ser um recurso pedagógico não só para contextualizar, mas também para ensinar conceitos científicos”, Moura e Silva (2014, p. 345). Os autores declaram ainda que:

No contexto atual, a incorporação de conteúdos históricos no ensino tem sido considerada importante por seu potencial em contribuir para a melhoria do aprendizado de conceitos e ideias científicas e para uma formação cultural ampla dos indivíduos. [...] a história da ciência fornece subsídios para compreender como a ciência é produzida, como os cientistas trabalham e quais são as influências sofridas e exercidas por eles, afastando concepções ingênuas e distorcidas sobre o processo de construção do conhecimento científico (MOURA E SILVA, 2014, p.336).

Os conteúdos históricos tornam-se relevantes na formação de professores por proporcionar uma visão mais adequada sobre a ciência e o saber científico. Nos cursos de licenciatura, esse enfoque ainda se encontra bastante incipiente, visto que, prevalece um caráter extremamente teórico, com poucos materiais didáticos voltados para o aspecto relacionável entre teoria e situações concretas (NASCIMENTO, CAMPOS e ALMEIDA, 2015).

No ensino habitual de Química, é escassa a utilização de recursos históricos e quando utilizados se referem a aspectos internos da ciência, tais como: como biografias, anedotas, inventos técnicos, ou de alguma área conceitual específica como modelos atômicos (LOGUERCIO e DEL PINO, 2006). Segundo os autores, professores em razão de sua formação relacionada à construção dos conhecimentos científicos, do trabalho dos cientistas, dos métodos das ciências, constroem conhecimentos equivocados e, em consequência, os alunos desenvolvem uma visão frágil de como se constituem e desenvolvem os conceitos científicos.

Torna-se assim, imprescindível na formação de professores, maiores possibilidades de compreensão sobre a ciência, uma vez que, pesquisas realizadas com professores indicam que esses apresentam concepções inadequadas, deformadas e frágeis sobre ciência, e consequentemente, acabam passando para os alunos (MACHADO e SANTOS, 2017; CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Pode-se então definir a educação como mediadora da formação humana que prepara o cidadão diante das necessidades da sociedade. Santos; Alquino e Guedes (2011), enfatizam que para uma educação que possibilita a inter-relação entre os conceitos de Química e o cotidiano, implica em um ensino pautado na contextualização, pois esta baseia-se na construção de significados colaborando para um processo de descobertas por parte dos alunos.

Conforme defende Vieira e Silva (2018), a ciência Química está relacionada a diversos fatos cotidianos e sobretudo, está envolvida em eventos relevantes na história da humanidade que foram influenciados direta ou indiretamente por fatos científicos ou mesmo por substâncias químicas, assim sendo, o mundo atual é produto de complexidades e no que tange o ensino de ciências sob uma perspectiva histórica e reflexiva torna-se uma oportunidade para abordagens das interações humanas e sociais.

Os livros de divulgação científica estão sendo usados como facilitadores do processo de aprendizagem, sobretudo ao envolver aspectos históricos no ensino de Química. As diversas pesquisas sobre o uso de materiais de divulgação científica se alicerceiam na importância que deve ser dada à práticas em sala de aula, visando facilitar o saber científico, bem como,

contribuir para a formação de hábitos e atitudes nos estudantes após a saída das escolas e universidades (FERREIRA e QUEIROZ, 2012).

Acredita-se que um trabalho que favoreça contextualizar o ensino de História da Química utilizando um livro de divulgação científica, possa colaborar para problematizar os conhecimentos sobre a influência da ciência Química na sociedade numa turma de Licenciatura em Química. Assim, que contribuições pode ter uma obra literária pautada em aspectos históricos que versam sobre os extraordinários impactos econômicos e as transformações sociais produzidos pela Química ao longo da história da humanidade?

Portanto, esta pesquisa teve como objetivo geral analisar indícios de aprendizagem significativa baseada na contextualização dos conhecimentos químicos e históricos a partir de uma abordagem do livro: *“Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História”* na disciplina de História da Química do IFCE – Campus Maracanaú.

De modo específico, almejou-se aplicar uma Situação de Estudo com base na organização de uma sequência didática mediante utilização de um livro de divulgação científica enquanto estratégia de ensino; verificar indícios de aprendizagem significativa crítica utilizando o seminário como estratégia de ensinagem; avaliar a Situação de Estudo através da aplicação de questionário.

As próximas sessões que compõem esse trabalho são referentes aos capítulos que nortearam a pesquisa, a saber: o capítulo dois trata sobre os referenciais teóricos que embasam esse estudo, no qual está subdividido em tópicos que tratam de breves discussões sobre a História da Ciência e o ensino de Ciências; História da Química contemplando um apanhado histórico da alquimia à Química moderna; História da Química como disciplina na formação de professores; Ensino de Química no Brasil; Técnicas de ensino; Teoria da Aprendizagem Significa e, por fim, uma discussão sobre Situação de Estudo.

No capítulo três, descreve os procedimentos metodológicos abordando o cenário e sujeitos da pesquisa, bem como a descrição das etapas da Situação de Estudo. No capítulo quatro trata dos resultados obtidos através da coleta de dados e discutidos em confronto com o referencial teórico. Por fim, o capítulo cinco trata das considerações finais a respeito da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEORICO

2.1 A História das Ciências e o Ensino de Ciências

A utilização da História da Ciência¹ (HC) tem sido foco de diversas pesquisas na área educacional como um instrumento para educação científica, admitindo ser um meio eficaz para contextualização e para uma abordagem construtivista. Nas últimas décadas, sobretudo a partir de 1990, “o interesse pelo ensino contextual das ciências consolidou um campo de pesquisa que explora as componentes históricas, filosóficas, sociais e culturais da ciência, dando ênfase às potencialidades de sua utilização nas aulas de ciências² do ensino básico e superior” (SILVA, 2014, p. 50-51).

“As ciências não são atividades neutras e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado as transformações sociais, políticas, econômicas, manifestações culturais e ambientais” (SARAIVA, 2017, p. 25). Assim, é de fundamental importância que haja uma educação que aborde, sobretudo, a inserção da História da Ciência e sua contribuição para a formação e construção dos conhecimentos e da sociedade que temos hoje.

Conforme salienta Propollino (2013, p. 11), “trabalhar com a ciência fazendo com que visões científicas sejam ampliadas e abordadas dentro de contextos políticos, econômicos e sociais, é um método importante para o desenvolvimento do ensino de ciências”. Essa abordagem objetiva permitir que estudantes compreendam a ciência como construção do conhecimento científico e possibilita a desmistificação de concepções inadequadas dos aspectos da natureza da ciência (MATTHEWS, 1995; GIL PÉREZ *et al.*, 2001; MCCOMAS, 2008).

A inserção da HC no ensino pode contribuir no entendimento dos educandos ao que diz respeito as concepções da natureza da ciência. De acordo com Silva (2014), essa contribuição reflete na percepção da ciência como atividade humana; na falibilidade dos cientistas e no mito do gênio da ciência. A HC contribui ainda para melhorar as aulas tradicionais, fazendo com que os conceitos científicos sejam inseridos dentro de uma realidade mais humana, além de despertar no aluno uma consciência crítica de que a ciência não é considerada inatingível (REIS; SILVA e BUZA, 2012).

Segundo Marques (2010), a História da Ciência é um importante recurso didático aliado a prática docente no Ensino de Ciências Naturais de modo a contextualizar alguns conceitos

¹ O termo História da Ciência se refere à construção do conhecimento científico conforme os autores citados nesse sub-tópico.

² O termo Ciências se refere às áreas das Ciências Naturais (Química, Física e Biologia), nessa pesquisa a ênfase é na área de Química.

para alunos e professores. É bastante eficiente quando o professor utiliza fontes adequadas e atualizadas para promover uma visão crítica e reflexiva sobre ciência em relação a construção do conhecimento científico (TRINDADE e TRINDADE, 2007). Segundo Florato; Martins e Pietrocola (2009), a ciência deve ser apresentada de modo problematizadora, sem atrapalhar o tempo disponível das aulas para que a HC não seja mais um conteúdo e sim, uma forma de abordar a ciência.

Na prática, sabe-se que existem reais dificuldades de se trabalhar com abordagens históricas. Martins (2006) defende que ao abordar a HC o professor não deve fazê-lo de maneira a substituir o ensino dos conteúdos comuns da ciência, mas usá-la para complementar esses conteúdos de diferentes maneiras. Isso não implica em aumentar o caráter conteudístico das disciplinas, mas sim, buscar alternativas para que se ensine com mais qualidade.

Não é necessário exigir das escolas que ensinem conteúdos cada vez mais alargados, mas sim que ensinem menos para ensinarem melhor. Concentrando-se em menos temas, os professores podem introduzir as idéias gradualmente, numa variedade de contextos, aprofundando-as e alargando-as à medida que os estudantes amadurecem. Os estudantes acabarão por adquirir conhecimentos mais ricos e uma compreensão mais profunda do que poderiam esperar adquirir a partir de uma exposição superficial de mais assuntos do que aqueles que seriam capazes de assimilar. O problema, para quem escreve os currículos, é, portanto, muito menos o que acrescentar do que o que eliminar (RUTHERFORD e AHLGREN, 1995, p.21, *apud* OKI e MORADILLO, 2008, p. 69).

Embora tenha havido uma crescente valorização sobre HC na formação profissional, nos currículos ainda se percebe que é trabalhado de maneira frágil a articulação da HC com os conteúdos, seguindo assim, um modelo tradicional de ensino (OKI e MORADILLO, 2008).

A História da Ciência firmou-se como área autônoma a partir da década de 1960 e hoje é considerada interdisciplinar. No entanto, na América Latina, esse movimento ganha força a partir da década de 1990, quando sua utilização passou a ser amplamente discutida. Essas décadas de atraso ocorrem devidas uma forte oposição positivista³ que predominava nos anos 1980 nos países latinos (BISCAINO, 2012). Atualmente, ainda ocorre uma forte influência da visão positivista na práxis docente, contudo a HFC continua sendo discutida na área educacional (FONSECA e CAMARGO, 2015).

Dentre as diversas discussões e em literaturas especializadas, existe o reconhecimento de que professores tem enfrentado reais dificuldades em sua prática docente concernente a

³ Positivismo defende a ideia de que o conhecimento científico é a única forma de conhecimento verdadeiro. Na formação de professores, o positivismo, implica na formação de técnicos em ciências capazes de resolver os mais variados problemas mediante a utilização de aplicação de técnicas, teorias e procedimentos baseados num método; o fazer científico utilizando apenas uma única metodologia científica, sem perceber como tais informações, derivadas dos empreendimentos científicos, chegaram ao seu conhecimento (MARQUES, 2015).

aprendizagem sobre conceitos científicos, sendo uma possibilidade de mudança de tal situação a intervenção metodológica do docente através de uma mediação metodológica direcionada com vista numa aprendizagem significativa dos conteúdos (OKI, 2006).

Para isso, faz-se necessário uma preparação na formação dos futuros professores da área das Ciências da Natureza. Esse processo é longo e difícil, pois reflete na prática tanto do professor/formador quanto dos graduandos (OKI, 2006).

O ensino de ciências é desafiado hoje a formar o cidadão que possa ser atuante na sociedade. Para isso, é imprescindível que os cidadãos “[...] tenham níveis mínimos de conhecimentos científicos para participar democraticamente na sociedade, ou seja, para exercer cidadania responsável” (DÍAZ, 2002, p. 58). Para isso, é necessário desenvolver a capacidade de interpretar, compreender, analisar e participar de maneira ativa na resolução de problemas (SARAIVA, 2017).

A importância da inserção da História da Ciência no ensino deve ser utilizada como um dispositivo didático útil a fim de contribuir no ensino com os seguintes pontos destacados por Martins (1998, p. 18):

1. Mostrar através de episódios históricos o processo gradativo e lento de construção do conhecimento, permitindo uma visão concreta da natureza real da Ciência, seus métodos, suas limitações. Isso possibilitará a formação de um espírito crítico fazendo com que o conhecimento científico seja desmistificado sem que se destrua seu valor;
2. A História da Ciência mostra, através de episódios históricos, que ocorreu um processo lento de desenvolvimento de conceitos até se chegar as concepções aceitas atualmente, o que facilita o aprendizado do educando que poderá perceber que suas dúvidas são pertinentes ao conceito em questão;
3. O educando poderá ter a chance de perceber que a aceitação ou não de uma proposta não depende do seu valor intrínseco, mas sim de outros valores como sociais, filosóficos, políticos e religiosos (MARTINS, 1998, p. 18).

A HC pode mostrar em detalhes alguns momentos de transformação profunda de uma ciência e, sobretudo, indicar relações sociais, econômicas e políticas que contribuíram ou não para resistência, transformação e impedimento em sua construção. Ainda, pode contribuir para que os alunos compreendam a ciência atual, sua ideologia e fatores que controlam e se beneficiam da mesma (GAGLIARDI e GIORDAN, 1986).

Pode ser aliada a essas contribuições da HC no ensino a oportunidade para elaborar atividades que tornem o ensino mais coerente, dinâmico e democrático, visto que, a HC é também importante para os docentes que desejam problematizar o ensino apresentando uma imagem da ciência mais real, contextualizada e menos neutra (CAVALCANTE, 2017; FURIÓ, 1994).

Contudo, existem contrapontos defendidos quanto a História da Ciência na formação de professores. Para Kuhn, um importante físico e filósofo defende que “o processo de

aprendizagem de uma teoria depende do estudo das aplicações, incluindo a prática na resolução de problemas, seja com lápis e papel, seja com instrumentos em um laboratório” (KUHN, 1998, p. 71). Kuhn questionava de forma revolucionária a forma como a ciência era vista, proporcionando através de seus inúmeros questionamentos uma visão menos distorcida e linear da ciência.

De acordo com Oki (2006), Thomas Kuhn considerou que o progresso da ciência não é cumulativo e envolvem mudanças de paradigmas incomensuráveis. Em sua visão os aspectos histórico-filosóficos trazidos nos livros didáticos são acometidos de distorções e de uma visão positivista da história com referências a grandes personagens, datas e marcos importante.

Corroborando com os contrapontos, Bastos (1998b, p. 37) pontua algumas questões sobre o uso da História da Ciência no ensino, tais como:

1. Deficiências dos cursos de formação de professores, dificultando a apresentação e discussão de tópicos de História da Ciência;
2. Escassez de textos de História da Ciência que contemplem as necessidades específica do Ensino de Ciências na escola fundamental e média;
3. Discordância acerca de quais seriam os relatos históricos mais rigorosos e apropriados (existem diferentes possibilidades cujos aspectos positivos e negativos podem não estar evidentes) (BASTOSb, 1998, p. 37).

“A esse fato soma-se pensar que, como futuros professores de Ciências, irão seguir a tradição de ensinar Ciências apenas como algo bom, verdadeiro, irrefutável e linear” (MARQUES, 2010, p. 13). Nessa perspectiva, pensa-se que mesmo partindo de um material histórico que contemple aspectos necessários para o entendimento da HC, haverá ainda linearização do conhecimento ao tentar adaptar os conteúdos ao nível do cognitivo dos alunos, sobretudo, refletindo nas demandas de tempo, espaço e gestão escolar.

Embora as contraposições existentes sobre o uso de HC no ensino das ciências, autores defendem que a HC é favorece aos futuros docentes uma mudança de postura frente aos conteúdos ao naturalizar a evolução dos conhecimentos científicos e possibilitar reflexão sobre suas concepções, experiência e críticas didáticas, muitas vezes assumidas acriticamente (GATTI, 2005).

Martins (1990) defende que a HC pode contribuir para uma formação de professor significativamente ao complementar os aspectos técnicos com uma visão social, cultural e humano. Ela permite ambientar a sociedade da época em questão; trazer as concepções favoráveis e controversas que surgiram na aceitação de determinada ideia; conhecer a vida dos cientistas e de outros cientistas que contribuíram para o desenvolvimento de uma ideia e que não são mencionados em livros didáticos.

Nesse contexto, Mach (1895, 1943 *apud* MATTHEWS, 1992, p. 169) salienta que “a investigação histórica não somente promove a compreensão daquilo que existe agora, mas também nos apresenta novas possibilidades”. A inserção da dimensão histórica no ensino pode deixar os conteúdos mais interessantes e compreensíveis para alunos e professores, pois aproxima os mesmos de seus universos cognitivos, que antes de conhecer cientificamente alguma coisa, constrói historicamente o que conhece (CASTRO e CARVALHO, 1992).

Apresentar episódios historiográficos no ensino de Ciências aos educandos, não significa que os mesmos irão encarar os conhecimentos como meros reprodutores dos caminhos percorridos pelos cientistas ao longo da história, mas sim reconhecer que a ciência passou por inúmeros obstáculos em seu desenvolvimento levando a uma construção do conhecimento científico estudados hoje.

De acordo com Martins (2007, p. 18):

O estudo adequado de alguns episódios históricos também permite perceber o processo social (coletivo) e gradativo de construção do conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações – o que contribui para a formação de um espírito crítico e desmistificação do conhecimento científico sem, no entanto, negar seu valor (MARTINS, 2007, p. 18).

Assim, utilizar abordagem histórica numa visão crítico e reflexiva pode ser uma possibilidade de levar os alunos a reconhecerem o mundo cientificamente e perceberem que a Ciência é um processo dinâmico, que se desenvolveu através da história do homem e que influenciou e continua a influenciar a sociedade de forma social, econômica, política e cultural.

Nessa perspectiva, Matthews (1995, p.50 *apud* Silva, 2014) destaca algumas contribuições da relação entre a História e Filosofia da Ciência em aulas de ciências na educação:

- a) A história promove uma melhor compreensão dos conceitos e métodos científicos;
- b) Abordagens históricas conectam o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas;
- c) A História da Ciência é intrinsecamente valiosa. Episódios importantes da História da Ciência e Cultura – a revolução científica, o darwinismo, a descoberta da penicilina etc. – deveriam ser familiares a todo estudante;
- d) A História é necessária para entender a natureza da ciência;
- e) A História contradiz o cientificismo e dogmatismo que são encontrados frequentemente nos manuais de ensino de ciências e nas aulas;
- f) A História, pelo exame da vida e da época de pesquisadores individuais, humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos;
- g) A História favorece conexões a serem feitas dentro de tópicos e disciplinas científicas, assim como com outras disciplinas. A história expõe a natureza integrativa e interdependente das aquisições humanas acadêmicas (a interdisciplinaridade) (MATTHEWS, 1995, p. 50).

O uso de abordagem histórica em sala implica no conhecimento do aluno de modo a ampliar algumas visões científicas e correlacioná-las com aspectos sociais, políticos e econômicos. Segundo Trindade (2011), ao tratar a área de ciências como interdisciplinar, percebe-se o caráter aglutinador da disciplina de HC. Corroborando com esse pensamento Silva (2014, p. 54) destaca que “O processo interdisciplinar contextualizado abriu as portas para que os alunos reconhecessem o sentido histórico da ciência e da tecnologia, e percebessem suas influências em suas vidas”.

Buscar trabalhar os conhecimentos da área das ciências, sobretudo da Ciência Química de forma contextualizada como meio de possibilitar uma educação para cidadania, ligando os conceitos a vivência dos alunos e/ou mostrando aspectos que influenciaram o percurso da construção dos conhecimentos científicos na atualidade e principalmente ligado ao contexto social e econômico de cada época, pode ser um subsídio a mais para que os docentes influenciem uma visão crítico/reflexiva dos alunos.

Silva (2014) argumenta que o uso da contextualização histórica em atividades didáticas possibilita uma diminuição de dificuldades no entendimento sobre a Ciência Química, além de proporcionar o desenvolvimento de uma consciência em professores e alunos do conhecimento científico, ao mostrá-lo através da história como dinâmico e mutável, e assim possibilitar uma visão mais crítica e ampla da ciência.

Segundo a autora, a História da Química tem uma grande importância dentro da História da Ciência “através dela que se pode refletir quanto ao progresso que o homem tem feito no decorrer dos séculos, adquirindo experiência, investigando e descobrindo fatos que fizeram com que o modo de vida de seguidas gerações pudesse ser melhorado” (SILVA, 2014, p. 54).

2.2 A História da Química

“As origens da alquimia – e da própria química perdem-se em tempos de que não temos registros (...)” (CHASSOT, 1995, p. 20), tornando-se indiscutível referir-se ao seu surgimento sem fazer referência às inúmeras influências na construção da história do conhecimento e os seus diversificados desencadeamentos.

O domínio do fogo representa uma das mais antigas descobertas químicas e a que mais profundamente revolucionou a história da humanidade. Há 400.000 anos a.C. no Paleolítico, a raça humana teve seus primeiros contatos, inconscientemente, com a química. “O fogo é a manifestação tangível de uma ‘reação’ química. Há ‘reação’ de oxidação (combustão) entre o oxigênio do ar e o material que se utiliza” (VIDAL, 1986, p. 10).

Após essa descoberta, diversos benefícios aconteceram a qualidade de vida e hábitos dos humanos: permitiu ao homem aquecer-se durante os períodos frios; caçar; espantar animais perigosos; perceberam que ao aproximar a carne do fogo, seu sabor ficava mais agradável, mudando também seus hábitos alimentares (GUMA e CORREA, 2014).

Nas mais diversas civilizações já se encontravam vestígios de conhecimentos e tecnologias químicas, apesar de não ser cientificamente conhecido com esse nome.

Assim, se fizermos recuar a história às origens do conhecimento químico, vamos encontrar em tempos imemoriais, nas mais diferentes civilizações, um grande número de tecnologias químicas, como as relacionadas com a alimentação (cozção, conservação com sal, produção de vinagre, vinho e cerveja); com a extração, produção e tratamento de metais; com a produção de esmalte e corantes; com o fabrico de utensílios de cerâmica, vidro, porcelana e metal; com a produção de pomadas, óleos aromáticos e venenos; com técnicas de mumificação; com a produção de materiais de construção como argamassa, tijolos, ladrilhos etc (CHASSOT, 1995, p. 21).

O homem sempre buscou aprimorar técnicas, desde as rupestres e primitivas, até as que se tem hoje com o intuito de melhorar sua condição de vida. Os olmecas, civilização de origem pré-colombiana, habitaram o Centro-sul do atual México. Aproximadamente 7000 anos a.C., trabalhavam com cerâmica, mostrando habilidades químicas “primitivas”, usando combinação de argilas e materiais térreos, além do preparo térmico, conhecimentos físico-químicos até hoje, fundamentais ao preparo desses materiais (MARQUES, 2004 *apud* FERNANDES, 2014, p. 19).

Segundo Martins (2015), os egípcios foram valiosos precursores da Química, uma vez que os egípcios produziam vernizes, tintas, cosméticos, vidro, fármacos e venenos, além de conhecerem e utilizarem diversas substâncias, como: potassa (hidróxido de potássio, KOH), alúmen [(sulfato duplo de alumínio e potássio, $KAl(SO_4)_2$)], nitrato de potássio (KNO_3) e técnicas de obtenção de metais e ligas (ROZENBERG, 2002; MARTINS, 2015).

A descoberta e utilização de metais deram aos seres humanos mais um ramo de conhecimento, a metalurgia, um conjunto de procedimentos e técnicas para extração, fabricação, fundição, tratamento dos metais e de suas ligas, que proporcionou substituir as diversas armas de pedra por armas de metal.

De acordo com Vidal (1986), por volta de 4.000 ou 5.000 anos a.C., o cobre em seu estado natural foi um dos principais metais utilizados. Contudo, com a obtenção do bronze começa o primeiro período verdadeiro da metalurgia química. Que segundo Vieira (2014), neste momento histórico, a liga metálica de cobre e estanho – o bronze - foi descoberto e utilizado em armas e instrumentos rígidos. Este tempo, de 3.000 a 1.800 anos a. C., ficou conhecido como a Idade do Bronze.

Ainda, segundo Vieira (2014), o ferro só começou a ser usado por volta de 1.200 a. C., na Europa e no Oriente Médio, sendo considerado como a Idade do Ferro. Por ter uma maior dureza, aos poucos armas e utensílios feitos com bronze foram sendo substituídos pelo ferro. Grandes mudanças foram acontecendo na sociedade, na qual representou um salto qualitativo no processo cultural, sobretudo com aumento da agricultura e de armas mais modernas.

(...) do ponto de vista das aplicações químicas, tudo o que o homem fez nos milhares de anos que se seguiram a descoberta do fogo, foi aperfeiçoar/sofisticar suas formas de utilização, uma vez que submeter substâncias químicas à ação do calor continua expandindo-se como uma forma de preparar (as sínteses efetuadas a altas temperaturas estão entre as mais antigas na chamada Química do Estado Sólido) ou de analisar novos compostos (termoanálise) (FARIASb, 2008, p. 51).

As transformações químicas bem como seu desenvolvimento estão diretamente ligadas a essa descoberta e ao seu uso. “Assim, o emprego do forno faz parte integrante da História da Química” (FARIAS, 2008). Isto posto, as técnicas, procedimentos e conhecimentos primitivos tem uma importância singular na construção do conhecimento os quais foram transmitidos entre os “químicos”.

Segundo Scheffer (1997, p. 6):

Os períodos históricos podem ser agrupados, em função dos usos da pedra ou dos metais, em Idade da Pedra, Idade do Cobre, do Bronze e do Ferro. No entanto, é preciso ressaltar que não se pode considerá-las épocas distintas e independentes, pois a preferência por determinado material não eliminou o uso dos outros já conhecidos. Além disso, as civilizações não atingiram, simultaneamente, cada uma dessas épocas, e em algumas a ordem de ocorrência não foi exatamente essa (SCHEFFER, 1997, p. 6).

Contudo, percebe-se que a construção do conhecimento ao longo da História da Química foi gradual. Mesmo que de forma empírica, aos poucos o homem foi controlando as reações químicas que lhe proporcionou variados produtos, os quais, mudaram seus hábitos e lhes possibilitou maior domínio sobre a natureza.

Desde a antiguidade os conhecimentos práticos tiveram muita relevância para o desenvolvimento da Ciência. As técnicas, procedimentos e conhecimentos primitivos foram de grande valia e permitiu o aperfeiçoamento de habilidades e técnicas que representam o início da construção do conhecimento químico.

“Os conhecimentos anteriores eram o fruto do empirismo e tinham um fim prático” (VIDAL, 1986, p. 13). Contudo, algumas mentes desenvolveram concepções teóricas acerca da composição e funcionamento do Universo. Sendo os filósofos gregos os primeiros a buscar desvendar os enigmas da existência e dos fenômenos da natureza.

2.2.1 Concepções dos filósofos gregos

Segundo Scheffer (1997), os primeiros filósofos gregos buscavam explicações racionais para a origem do universo, além do inegável interesse pela natureza, e de seus princípios e transformações, deixando de lado os mitos e a visão do sobrenatural. "O surgimento de um pensamento racional (que se entende como filosofia) foi decorrência de diversos entrelaçamentos econômicos, culturais, sociais e históricos" (CHASSOT, 1994, p.30).

O filósofo grego Tales de Mileto (640-548 a.C.), supôs existir um princípio do mundo, um material de base, *arque*, que se expressava de diferentes formas, fazendo existir diferentes materiais e/ou substâncias. Esse princípio seria a água, não como identificamos por composto químico (H₂O), mas por um princípio de unidade universal presente em cada coisa, na qual a água seria o representante perfeito (POLITO; SILVA FILHO, 2013). Tales de Mileto acreditava que o caráter amorfo desse líquido poderia dar lugar a todas as qualidades e a todas as propriedades das coisas da natureza (VIDAL, 1986).

Um de seus discípulos, chamado Anaximandro de Mileto (560 – 500 a. C.) discordava de seu mestre e considerava que o princípio seria o ⁴*apeiron* “uma substância eterna, indestrutível, infinita, dotada de movimento e invisível” (CHASSOT, 1994, p.33). Anaxímenes elegeria o “ar” o formador de todas as coisas após sofrer rarefação e condensação, considerando que o Universo seria o resultado das transformações sofridas pelo *pneuma apeiron* (literalmente: “sem limites”).

Assim, enquanto Tales se limitou a fornecer um elemento originário para o universo, Anaximandro e Anaxímenes procuraram também estabelecer o modo como as diversas partes do universo foram criadas e, para isso, formularam engenhosas concepções de mudança e de transformação, com base em princípios que, embora fossem parcialmente mesclados com ideias de natureza ética, em Anaximandro, já eram claramente de teor mecanicista, em Anaxímenes. A cosmogonia naturalística de Anaximandro consistia na geração de pares de substâncias contrárias—“substancializações” ou “concretizações” de qualidades contrárias tais como “quente” e “frio”, “seco” e “úmido”, “pesado” e “leve”, etc. — a partir do *apeiron* indiferenciado (POLITO; SILVA FILHO, 2013, p.336).

Pressupõe-se que Anaximandro estava se baseando nas mudanças anuais das estações da natureza, onde o “quente” e o “seco” do verão dão lugar ao “frio” e ao “úmido” do inverno e o ciclo diário da alternância da noite e do dia, em que o “frio” e o “escuro” da noite sucedem o “quente” e “luminoso” do dia.

Na filosofia de Heráclito de Éfeso (536 - 470 a.C.), tinha opinião oposta e considerava o fogo ser o *arque*. Para ele as transformações da natureza eram uma das características para sua crença.

⁴ que se pode traduzir por infinito e/ou ilimitado. Souza, José Cavalcante *et al.* **Os Pré-Socráticos: Fragmentos, Doxografia e Comentários**. Os Pensadores. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

Leucipo de Mileto e Demócrito (460 – 370 a. C.) no século V defendiam que o Universo era formado por pequenas quantidades de matéria eterna, maciça e indivisível – átomo. Nesse período predominava as questões voltadas para o atomismo e a existência do vazio reformulando, assim, a noção de espaço. Segundo Scheffer (1997), Demócrito propôs chamar de átomo a partícula fundamental, sendo o átomo uma partícula indivisível fisicamente, mas divisível matematicamente.

Os átomos apresentavam ainda outras características: seriam plenos (sem vazio interno); em número infinito; invisíveis (devido à pequenez); móveis por si mesmos; sem nenhuma distinção qualitativa; apenas distintos por atributos geométricos - de forma, tamanho, posição e, quando agrupados, distintos pelo arranjo (SOUZA *et al.*, 1996-b, p.31, *apud* SCHEFFER, 1997).

Assim, todos os diferentes materiais existentes no universo seriam constituídos a partir desses pequenos corpos – os átomos. Essa forma de ver o átomo foi pouco aceita pelos gregos e anos mais tarde combatida pelos filósofos da Escola de Atenas, pois Demócrito defendia a ideia do vazio, onde deuses eram constituídos por átomos, almas e/ou outras entidades imateriais.

Anos depois surge a teoria de Empedócles (494-434 a.C.), tudo que existia no cosmo era constituído de quatro elementos: ar, água, fogo e terra. Que segundo Souza *et al.*, (1996, p. 35) "... o universo pode ser entendido então como o resultado de quatro raízes - a água, o ar, a terra, o fogo. Essas raízes são governadas pela isonomia: são iguais, nenhuma é mais importante, nenhuma mais primitiva, todas eternas e imutáveis". A força do amor e a força do ódio fariam a junção e a dissociação desses elementos na constituição da matéria (OKI, 2002).

Essas ideias dos elementos se apresentaram mais elaboradas nas obras de Platão e Aristóteles. Para Platão (427-347 a.C.):

As coisas do nosso mundo são de algum modo sombras, o reflexo de um mundo perfeito em que as Ideias são seres metafísicos que constituem o real. (...) Platão irá conceber a matéria como uma forma geométrica, um volume. Os elementos serão pois, necessariamente, volumes, isto é, espaços limitados por superfícies" (VIDAL, 1986, p. 15).

Assim, para cada elemento estava associado um poliedro: o fogo associava-se ao tetraedro, o ar era representado pelo octaedro, a água era o icosaedro, a terra se representava pelo cubo e o dodecaedro simbolizada o éter. Pois para Platão além dos elementos: fogo, terra, ar e água, existiam um quinto elemento considerado a alma do universo – o éter.

Aristóteles atribuiu a matéria quatro qualidades diferentes, quando formada aos pares expressariam sua forma, sendo elas: quente, frio, seco e úmido. O par quente-seco

corresponderia ao fogo; quente - úmido ao ar; frio-úmido à água; e frio-seco à terra (REALE e ANTISERI, 1990; SCHEFFER, 1997; OKI, 2002).

Aristóteles, discípulo de Platão, também abordou questões da matéria e de suas transformações. Essas transformações aconteceriam a partir da troca de uma das qualidades citadas anteriormente – quente, frio, seco e úmido. E/ou a partir da troca de duas qualidades, porém considerava mais difícil. Para ele as mudanças observadas na natureza eram possíveis graças a um Motor primordial perfeito, “sendo perfeito, ele é aquilo de que tudo tenta aproximar-se” (VIDAL, 1986; SCHEFFER, 1997).

As teorias defendidas por Platão e Aristóteles dos elementos transmutarem-se deu grande esperança para os pensadores da Idade Média, em que estava viva a febre da experimentação. Aristóteles está nomeadamente na origem dos esforços posteriores dos alquímicos. Nesse período sua noção elementar ganharam muito espaço, afastando assim, a teoria do atomismo da época medieval (VIDAL, 1986).

Aristóteles, após a morte de Platão, deixou Atenas e só retornou anos mais tarde. No período afastado de Atenas, morou em Assos, depois na Ilha de Lesbos e se mudou para a corte a pedido de Felipe II, rei da Macedônia, ficando responsável por educar seu filho Alexandre. Após a morte de Felipe II, Aristóteles retornou à Atenas e Alexandre subiu ao trono e fundou Alexandria. Após a morte de Alexandre, Alexandria passa a receber filósofos e investigadores, onde organizou a Biblioteca de Alexandria (SCHEFFER, 1997).

A Biblioteca de Alexandria reunia papíros, rolos e pergaminhos escritos com os diversos conhecimentos da época, inscritos, porém, de forma bem particular dificultando a leitura de leigos da época.

Do início da Era Cristã até aproximadamente 50 d. C., a Biblioteca de Alexandria era um considerável centro cultural do Antigo Egito, tal que atraía amantes do conhecimento da região e circunvizinhança, os quais eram contribuintes para o acervo de Alexandria que tinha como lema adquirir um exemplar de cada manuscrito existente na face da Terra (ROSENBERG, 2002, *apud* FERNANDES, 2014, p. 24).

Segundo Chassot (2004), acredita-se que a Biblioteca de Alexandria tenha reunido mais de 700 mil papíros reunidos por matemáticos, filósofos, pesquisadores e tradutores, que traduziam para o grego os conhecimentos escritos em outras línguas.

Contudo, no ano de 296 d.C., foi ordenado pelo Imperador Diocleciano, através de um edito *chemeia* arte de “fazer”, que fossem queimados todos os livros egípcios que tratassem da *chameia* que possivelmente significava na época arte de fazer/imitar, prata e ouro (CHAIB, 1981).

Com a diversidade dos conhecimentos já sabidos através da Biblioteca de Alexandria, a fusão dos conhecimentos práticos com o pensamento místico oriental e a especulação filosófica dos gregos, sobretudo de Aristóteles, deu origem a uma nova atividade, que veio a ser conhecida como Alquimia (CHAIB, 1981).

2.2.2 A Alquimia em Alexandria

Segundo a versão etimológica mais aceita, o termo *Alquimia* provem de *khemía*, *kimya*, *chemia* ou *kemeia*, o qual designava uma antiga arte egípcia da fabricação do ouro e da prata, ou derivado de *khem*, *khame* ou *khmi*, nome primitivo do Egito, significando *terra negra*, referindo-se às terras férteis à margem do Nilo, em oposição à areia do deserto. Relaciona-se também aos termos gregos: *khéin* (verter), *khymeia* (infusão ou mistura líquida) e *khymís* (suco). A palavra *Química*, do latim medieval *Chimica*, teria a mesma procedência. (RESSETTI, 2000, p. 18).

A Alquimia era um conjunto de práticas e de conhecimentos empíricos fortemente impregnados de segredos, superstições e magia. Buscavam principalmente a transmutação de metais comuns (estanho, chumbo, cobre, mercúrio) em ouro. Buscavam ainda um misterioso ingrediente, “a pedra filosofal”, e uma substância que fosse capaz de curar todas as doenças e de dar vida eterna ao homem, o “elixir da longa vida” (CHAIB, 1981; FARIASa, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Os alquimistas inspiraram-se em todas as grandes tendências da filosofia grega. Uma das correntes mais antigas da Alquimia, corrente mística, tem a sua origem na aspiração eterna dos indivíduos à garantir sua salvação, procurando assim, inserir-se na luta cósmica travada entre o Bem e o Mal. Nessa tendência de caráter místico, as manipulações implicam o manipulador e sua alma, mais até do que a própria matéria utilizada nas operações (VIDAL, 1986). Pode-se dizer, que os alquimistas se entregavam, nesta tendência, a uma técnica espiritual.

O alquimista procurava atingir a perfeição de sua própria alma, mais que a do mineral utilizado. Tentava alcançar um conhecimento perfeito do Universo, intervir na ordem cósmica esperando dessa forma ajudar a natureza a aperfeiçoar-se e purificar seus instintos. (...) Os verdadeiros alquimistas não objetivavam a mera falsificação do ouro. As técnicas de imitação de pedras preciosas a partir do vidro colorido e a obtenção de ouro com baixo grau de pureza através de ligas metálicas encontravam-se amplamente difundidas entre artesãos e metalurgistas, muito antes dos alquimistas (SCHEFFER, 1997, p. 24).

A busca dos alquimistas não era essencialmente por algum material, mas sim, por algo ligado à alma, que fosse místico e espiritual vinculado a concepções filosóficas, com discussões que transcendem a matéria, relacionando-se à alma.

Para os alquimistas, apenas através do aperfeiçoamento interior, seria possível preparar a pedra filosofal, não bastaria aplicar as operações “químicas” corretas, uma pessoa espiritualmente impura não conseguiria promover a transmutação de metais não nobres em ouro. Assim, o aperfeiçoamento de metais impuros, convertendo-os em ouro, era apenas uma metáfora para a “purificação” e aperfeiçoamento espiritual (FARIASa, 2008).

Os alquimistas, eram profundos conhecedores do pensamento filosófico grego, acreditavam que toda a matéria era formada a partir de um único substrato, influência do pensamento de Aristóteles, uma vez que, a Alquimia se desenvolveu mais intensamente nos quatro primeiros séculos da Era cristã.

Segundo Ressetti (2000), a Alquimia que conhecemos hoje estruturou-se mais plenamente em Alexandria (herdeira da cultura e do saber de várias civilizações antigas), sendo seu fundador Alexandre, o Grande, discípulo de Aristóteles. Segundo o autor, se a Biblioteca de Alexandria tivesse sido preservada, o progresso humano teria sido bastante acelerado. “O grande cientista, Carl Sagan, refere-se a ela como a primeira instituição de pesquisa verdadeira na história do mundo” (RESSETTI, 2000, p. 20)

Ao buscarem a produção do ouro, os alquimistas foram constantemente perseguidos e espionados, o que os obrigou a desenvolverem uma linguagem simbólica, cifrada, hermética (de ⁵Hermes Trimegisto, um alquimista) e assim, conseguirem conservar suas descobertas tão arduamente obtidas em segredo e livrarem-se das perseguições políticas (FARIASa, 2008).

As buscas realizadas pelos alquimistas aconteciam através de atividades experimentais, aprimorando assim, técnicas e equipamentos laboratoriais. Segundo Chaib (1986, p. 39):

Os livros de Alexandria, escritos em grego, descreviam muitas operações químicas, as mesmas ainda hoje em uso nos laboratórios de Química: dissolução, filtração, fusão, calcinação, cristalização, sublimação, etc. Descreviam também diferentes processos de aquecimento: o aquecimento direto ao fogo, por meio de chamas de óleo; e o aquecimento indireto, por banho-maria e banho de areia (CHAIB, 1986, p. 39).

Muitas técnicas e vidrarias que são utilizadas hoje foram desenvolvidas desde as práticas experimentais alquímicas. A destilação que os alquimistas faziam, por exemplo, era diferente

⁵ Hermes Trimegisto, reverenciado como a fonte de toda sabedoria. O nome Hermes deu origem as expressões “hermético” e “hermeticamente fechado”, pois na época eram correntes referências e assuntos nebulosos, cheios de mistérios, fechados e secretos, dos quais “Hermes mantinha o segredo” (CHAIB, 1981).

em essência da que se faz hoje, mas os materiais utilizados no processo e as técnicas eram muito parecidas com as atuais. “Para os alquimistas, a destilação estava associada a ideias filosóficas e religiosas e a magia” (OLIVEIRA *et al.*, 2013)

Com o intenso desenvolvimento que aconteceu nos quatro primeiros séculos da Era Cristã, na Alquimia Greco-alexandrina diversos conhecimentos começam a ser registrados. Zóximo teria contribuído ao escrever uma enciclopédia alquímica de vinte e oito volumes com registros de técnicas e operações químicas primitivas, tais como: filtração, dissolução, cristalização, destilação, sublimação, processos de obtenção de substâncias, aparatos alquímicos e reações químicas (RESSETTI, 2000; ROSENBERG, 2002).

Das contribuições para as práticas experimentais alquímicas, pode-se destacar a alquimista de Alexandria chamada Maria, a judia. Viveu por volta do século III a.C. no Egito, teve uma formação helenizada, conhecida por dedicação às práticas laboratoriais. Suas principais contribuições foram: o “banho-maria” que permitia o aquecimento lento através da imersão de um recipiente em água; o “alambique de três pontas” utilizado na destilação e também o “*kerotakis*” aparelho usado no processo de sublimação (VILAR, 2010).

Parte de sua contribuição escrita fora destruída restando apenas fragmentos guardados por Zóximo. Zóximo foi um grande nome da Alquimia Alexandrina, autor do Tratado de Cheirokmeta, este buscava fundamentação filosófica para as práticas alquímicas (SCHEFFER, 1997)

Acreditavam que a Alquimia era uma técnica sagrada e sua realização era influenciada pelos astros, associava-se cada metal a um planeta: o ouro, o mais precioso dos metais, era ligado ao Sol; chumbo/saturno; prata/lua; estanho/júpiter; cobre/vênus; marte/ferro; mercúrio/mercúrio; acreditava-se que os planetas determinavam conforme suas posições, a formação dos metais na terra. “O alquimista pensa, por vezes, que tem de aguardar a configuração planetária muito precisa para poder operar com alguma possibilidade de êxito” (VIDAL, 1986, p. 25)

A Alquimia de Alexandrina sofreu influências de diversos povos, tais como, babilônios, egípcios, judeus, persas e gregos (FARIASa, 2008; CHAIB, 1981). "Após Zóximo, no entanto, a Alquimia vai deixando de ser um trabalho de investigação da matéria, tomando progressivamente a conotação de uma doutrina mística, puramente evocativa e intelectual" (GOLDFARB, 1987, p.68 *apud* SCHEFFER, 1997).

Da Alexandria a Alquimia passa para a cidade grega de Bizâncio e para os territórios árabes, difundindo-se pela Europa medieval por três vias principais: a bizantina, a hispânica e a mediterrânea (RESSETI, 2000).

Após a morte do profeta Maomé 640 D.C. a Alquimia entre os árabes teve um rápido desenvolvimento, o povo árabe começou a migrar para a Ásia, norte da África e Europa. Ao agregarem conhecimentos alquímicos por onde passavam, Mesopotâmia, Índia, China, no século VIII D.C. os árabes transformaram Córdoba, na atual Espanha, no mais importante centro da civilização da Europa (CHAIB, 1981; GANDOLFI, 2015).

Na Espanha árabe, que se tornou conhecida como al-Andalus, nasceram e viveram, nos anos e séculos seguintes, grandes médicos, geógrafos, astrônomos, matemáticos, artesãos e alquimistas de ascendência árabe. Estes não só divulgaram a Alquimia como a desenvolveram, inventando novos aparelhos químicos e imprimindo-lhes novos rumos (CHAIB, 1981, p. 40).

Além de aperfeiçoarem várias técnicas de destilação, extração, produção de fármacos, tintas, papéis e etc, os alquimistas árabes, dedicavam-se aos conhecimentos práticos, reprodutíveis, tinham precisão na realização e descrição de procedimentos experimentais e laboratoriais com pesquisas longas e minuciosas (GANDOLFI, 2015).

O alquimista árabe Geber, um dos nomes mais conhecidos desse período, que viveu no século VIII foi dado como autor de várias centenas de livros. Inseriu na Alquimia a investigação experimental, sendo seu pensamento sobre os metais similar ao de Aristóteles, de que os metais mercúrio e enxofre eram formados no interior da terra e ao se combinarem formariam os metais conhecidos. Seu nome está associado a vários registros históricos de diversas substâncias importantes, tais como: potassa (alcali) até hoje utilizado para caracterizar substâncias básicas, cloreto de amônio, óxido de zinco, sulfureto de arsênico, sulfatos. Nos seus registros mencionam ainda o ácido sulfúrico, ácido nítrico e a sua preparação (VIDAL, 1986).

Outro nome bastante conhecido nesse período na Europa, pertencente à Igreja, que na época aceitava os trabalhos no campo da Alquimia, foi Roger Bacon (1214 – 1292 d.C). Franciscano, estudou em Oxford e lecionou na Universidade de Paris. Bacon dividiu sua obra alquímica em duas partes, sendo a primeira especulativa, voltada a formação das coisas (elementos, metais, sais e etc) e a segunda parte chamou de operativa, preocupava-se na obtenção artificial do ouro e drogas. Bacon afirmou bem antes de Paracelso que a Medicina poderia utilizar medicamentos fornecidos pela Química e sugeriu que esta era uma ciência intermediária entre Física e Biologia (CHAIB, 1981).

Outros nomes da Alquimia, que tiveram incontáveis contribuições para seu desenvolvimento até a atual ciência Química, são: Alberto Magno (1193 - 1280), São Tomás

de Aquino (1225-1274), Raimundo Lullo (1234-1315), Arnald de Villanova (1245-1313), Nicolas Flamel (1330 ou 1340 - 1418), Paracelsos (1493 - 1541).

Entre os séculos XVI e XVII aparece outra corrente da Alquimia que retomaria as propostas de Bacon em utilizar medicamentos em seres humanos, esse momento da Alquimia ficou conhecido como Iatroquímica – ramo da Química a serviço da medicina. O grande influenciador desta corrente foi o *Theophrastus Bombast von Hohenheim*, mais conhecido como Paracelsos. Médico e cirurgião, curava doenças com substâncias a base de mercúrio, tinturas, essências e extratos vegetais (OLIVEIRA *et al.*, 2013; CHAIB, 1981).

Segundo Rozenberg (2002), Paracelsos tinha uma teoria para a constituição de todos os seres, teoria da “*Tria Prima*”. Para ele as composições dos seres seriam a partir da proporção de sal (corpo), mercúrio (alma) e enxofre (espírito), assim, doenças seriam a falta ou a desproporção de tais elementos no corpo humano. "Para realizar suas curas, Paracelso usava a Alquimia, na qual a transformação, fundada no equilíbrio de enxofre e mercúrio era importante" (CHASSOT, 1994, p.77).

Outra teoria que ficou conhecida e que dominou os primórdios da Química por quase um século foi a teoria do Flogístico. Seus iniciadores foram os alemães Johann Joachim Becher (1635-1682 d.C) e Georg Ernst Stahl (1660-1734 d.C), formulada para explicar os fenômenos de combustão e calcinação. Acreditavam que os corpos ao queimarem perdiam uma substância chamada flogístico e a partir do material desflogisticado seria possível obter o material inicial novamente, caso conseguissem devolvê-lo o flogístico (CHAIB, 1981).

Embasados nessa teoria ao observarem, por exemplo, uma madeira sofrer combustão, verificaram que as cinzas restantes no final do processo, denominada “cal” tinha uma massa menor que a massa inicial, na qual Stahl explicava como sendo a perda do flogismo. Apesar do sucesso aparente dessa teoria, perceberam que ao aquecerem um metal exposto ao ar, sua massa varia, sendo maior do que a massa inicial. O oxigênio ainda não havia sido descoberto, não conseguindo assim, os alquimistas explicarem a intervenção do ar na queima ou calcinação dos materiais. A teoria do Flogismo dominou a Química por mais de 80 anos, sendo desbancada apenas pelos trabalhos de Lavoisier (OLIVEIRA *et al.*, 2013; CHAIB, 1981).

Os conhecimentos e técnicas alquímicas contribuíram para o nascimento da Química como Ciência. Segundo Gandolfi (2015), a transição da Alquimia para a Química não foi um processo abrupto e de ruptura, mas sim um processo contínuo e duradouro, em que técnicas, teorias e hipóteses hibridizavam-se até definirem-se com mais exatidão.

2.2.3 Química Moderna

No século XVII deu-se uma maior ênfase no rigor científico e na atividade experimental, sendo então marcado pela busca de explicações racionais para fenômenos da natureza, com um viés mais voltado para a experimentação, observação e interpretação dos resultados baseados na razão (SCHEFFER, 1997).

Percebe-se que a partir desse período a visão científica se expandiu e o método experimental passou a ser mais crítico, com um olhar mais próximo da realidade possível.

Quando a química chega ao século XVIII, ainda marcada pela alquimia (ainda hoje ela é considerada por muitos mais como um produto da magia), ocorre uma outra revolução conhecida como Revolução Química. Com o estabelecimento de um novo paradigma, celebra-se a definitiva transição da alquimia à química: o mágico cede lugar ao científico; a química ascende ao fórum das ciências (CHASSOT, 1994, p.119).

Segundo Farias (2008), Robert Boyle (1627-1691) nascido em Lismore Castle, Irlanda, é considerado por alguns como o fundador da Química moderna pela sua visão de uma ciência independente, não apenas como uma coadjuvante da Alquimia e medicina. Boyle introduziu rigor aos métodos experimentais e, sobretudo, mostrou que os elementos considerados por Aristóteles e os alquimistas não eram na verdade, elementos químicos, no sentido moderno.

Boyle desenvolveu técnicas para identificar características ácidas e básicas das substâncias através de indicadores que mudavam de cor em função do meio que estavam. Além de ser um grande “teórico”, realizou diversos experimentos de destilação à pressão reduzida, contribuiu ainda na Química da combustão ao estudar sobre o ar e suas propriedades (FARIAS, 2008; SCHEFFER, 1997).

Em 1661 é lançado o célebre livro de Robert Boyle, *The Sceptical Chymist* ou O Químico Cético. Confronta as ideias de Aristóteles acerca da matéria, onde concluiu que os quatro elementos aristotélicos não poderiam ser elementos químicos reais, pois os elementos não poderiam ser extraídos das substâncias e nem eram utilizados para as compor.

Trouxe uma visão rigorosa sobre experimentação científica, na qual acreditava que todas as teorias deveriam ser testadas antes de serem consideradas como verdadeiras. O elemento defendido por Boyle em seu livro não é o elemento químico que se conhece hoje. Para ele a água (H₂O) era um elemento quase puro, enquanto o ouro, cobre, mercúrio e enxofre eram compostos químicos ou misturas (MARTINS, 2015; MEDEIROS, 2005; FARIAS, 2008).

Embora Boyle não tivesse proposto um conceito adequado de elemento, ele já diferenciava mistura e composto. Boyle sugeriu que a matéria era constituída por corpúsculos

de diferentes tipos e tamanhos, aproximando-se do conceito que tem-se hoje de átomo. Um dos seus trabalhos mais conhecido foi a verificação da pressão e volume de uma massa de gás, à temperatura constante, que ficou conhecido como Lei de Boyle-Mariotte (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Considerado como o pai da Química moderna, Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), químico francês, dissociado das raízes místicas, busca renovação no campo da Química. Assim, através de precisas pesagens e observações, Lavoisier conseguiu caracterizar o Oxigênio, desbancando a teoria do Flogismo; descobriu ainda que a água é uma substância composta, formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio; propôs uma nova definição para o termo elemento químico, na qual considerava como sendo o produto final de uma reação não sendo mais decomposta; através de seus experimentos e análises rigorosas, criou o princípio da conservação da matéria, chegando a conclusão de que a matéria é a mesma antes e depois de qualquer operação (MARTINS, 2015).

Autor da frase “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”, Lavoisier publica em 1789 a obra *Traité Élémentaire de Chimie* (Tratado Elementar de Química) onde expõe a Química de forma analítica, do simples para o complexo. Após o Tratado, as investigações tiveram mais respaldo científico e as pesquisas eram feitas com um caráter quantitativo com rigor em suas análises. “O método analítico, devido a sua tendência à simplificação, trouxe como consequência a especialização. Cada ciência passou a ter sua própria linguagem, seus próprios métodos e objetivos” (CARVALHO, 2012, p. 765).

Lavoisier obteve resultados satisfatórios com o uso constante e rigoroso da balança nas análises quantitativas, na qual, permitiu-lhe estabelecer o princípio da conservação da matéria – Lei da conservação das massas. Todo estudo desenvolvido por Lavoisier abriu caminho para as investigações tais que ao final do século XVIII e início do século XIX pode-se chamar de leis ponderais (VIDAL, 1986). As contribuições de Proust, Dalton, Richter, Berzelius, Gay-Lussac, Avogadro, dentre outros, foram singulares para o estabelecimento desta lei.

Joseph Louis Proust nasceu em Angers (1754-1826), seguiu a carreira de farmacêutico igual a seu pai e foi enviado a Paris para estudar com o farmacêutico mais bem renomado da época, Mr. Clerambourg. Proust é conhecido por buscar a constância da composição das substâncias químicas, principalmente no enunciado da Lei das Proporções Fixas ou Definidas que se aproxima das ideias de Lavoisier, pois ambas tratam sobre as massas das substâncias que participam de uma reação química (SOBRINHO, 2010). Atualmente, a Lei das Proporções

definidas por Proust, segundo Urbesco (2006, p. 94) “toda substância apresenta uma proporção em massa constante na sua composição”.

Resumindo as leis ponderais de acordo com seus contribuintes, Scheffer (1997) ressalta que Dalton (1766-1844), elaborou a Lei das Proporções Múltiplas onde dois elementos podem combinar-se de diversas maneiras desde que mantenham suas proporções; Benjamim Richter (1762-1807) colaborou com cálculos matemáticos e estequiométricos; Jöns Berzelius (1779-1848) teve grande contribuição, pois a partir de vários experimentos elaborou a Lei das Proporções Recíprocas, onde buscava esclarecer as proporções das massas partindo do princípio da equivalência; Gay-Lussac (1787-1850) elaborou as Leis Volumétricas ou Leis das Combinações dos Volumes Gasosos a partir de experimentos das relações dos volumes entre os gases nas reações químicas, dentre outras contribuições; Amedeo Avogadro (1776-1856) em seus experimentos com gases elaborou a Lei de Avogadro na qual observou que gases no mesmo volume, temperatura e pressão contêm o mesmo número de moléculas.

Mesmo que brevemente apresentados alguns episódios da transição da Alquimia para a Química Moderna, percebe-se o desenvolvimento e a construção dos conhecimentos desde os primeiros descobrimentos do homem. As mudanças de pensamento, as atividades e suas representações permitem ver o desenvolvimento desses conhecimentos até chegarem a tornar-se ciência. Conforme Bensaude-Vicente; Stengers (1996 *apud* Gandolfi, 2015, p. 63):

O legado do século XVIII para a Química vai ecoar e ser a base de suas novas investigações durante o século XIX. O desenvolvimento da experimentação, o calórico e as teorias de atração e repulsão entre partículas permanecerão como foco dos estudos químicos neste próximo século, originando importantes trabalhos na área de atomística (com John Dalton), composição da matéria e estudo dos gases (com Louis Joseph Gay-Lussac), proporções ponderais e volumétricas (com Amedeo Avogadro e Jöns Jakob Berzelius), etc (BENSAUDE-VICENTE; STENGERS, 1996 *apud* GANDOLFI, 2015, p. 63).

Os estudos e desenvolvimento dos conhecimentos só aumentam ao longo dos anos e a Química torna-se de fato, uma ciência. Suas técnicas analíticas, procedimentos metodológicos analíticos além da disseminação dos conhecimentos atraiu mentes célebres para contínuas descobertas, publicações, teorias, leis, postulados em todo o mundo.

Fazer um apanhado de todos os descobrimentos, bem como, citar todos os nomes de cientistas que contribuíram para a História da Química, sobretudo, da Química moderna desde os descobrimentos de Lavoisier até os dias atuais torna-se uma tarefa que não caberia em um único texto. Assim, de modo arbitrário será citado os nomes de alguns cientistas que tiveram suas contribuições nesse processo de desenvolvimento.

Segundo Scheffer (1997), paralelo aos estudos que desenvolveram as leis ponderais, os cientistas voltaram sua atenção também para uma organização dos elementos químicos, reunindo-os em grupos e propriedades de acordo com os conhecimentos que tinham na época.

Essa organização iniciou-se por Dóbereiner, em 1817, embasada em algumas semelhanças entre os elementos, elaborou a lei das tríades; Chancourtois, em 1862, classificou os elementos em ordem crescente conforme a massa atômica e seu estudo ficou conhecido como parafuso telúrico; Newlands, em 1864, associou as classificações das propriedades dos elementos também em ordem crescente de massa atômica a cada grupo de sete elementos, denominando de lei das oitavas; por fim, Meyer e Mendeleev construíram uma tabela baseada nas ideias anteriores utilizando a massa atômica em ordem crescente.

Em 1869, Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907), apresenta sua tabela a Real Sociedade Russa de Química na qual os elementos ficaram distribuídos em oito colunas que chamou de grupos e em doze linhas horizontais que chamou de períodos baseada exclusivamente em propriedades químicas dos elementos, reunidos em ordem crescente de suas massas atômicas relativas. Mendeleev previu a descoberta de novos elementos e de suas propriedades, deixando os espaços para que fossem preenchidos, o que ficou conhecido como lei da periodicidade de Mendeleev. Ao final do século XIX, cerca de 100 elementos já haviam sido identificados (SCHEFFER, 1997; OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Mendeleev ficou conhecido como pai da Tabela Periódica talvez pelo impacto de tantas previsões corretas acerca dos elementos e das suas propriedades, além de estruturar corretamente a mesma, visto que a ideia de periodicidade já havia sido descoberta por outros cientistas da época. Atualmente, a periodicidade da tabela não é mais relativa a massa atômica, mas ao número atômico. A proposta de Mendeleev é praticamente idêntica a dos dias atuais, uma vez que ainda não se tinha noção sobre a existência de prótons, nêutrons, elétrons, número atômico e números quânticos (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Ao longo dos anos vários estudos foram acontecendo e as descobertas não paravam de crescer. “O século XIX foi o grande período no qual a ciência se consolidou e realmente passou a definir as marcas na caminhada da humanidade. (...) foi o grande século da Química” (CHASSOT, 1994, p.130).

Dentre tantas descobertas, várias áreas foram se desenvolvendo no século XIX e XX, tais como, a química orgânica, inorgânica, cinética química, termoquímica, etc. Estudos sobre o atomismo foram retomados. Segundo Pereira (2009), em 1808 John Dalton (1766-1844) propõe o átomo como partícula indivisível, o modelo bola de bilhar; Thomson (1856-1940)

descobriu os elétrons, provando a divisibilidade do átomo, modelo pudim de passas em 1897; em 1909 Rutherford (1871-1937) descobriu que o átomo é formado por um núcleo denso e circundado por elétrons, como os planetas a orbitar o sol, conhecido como modelo planetário; em 1913 Bohr (1885-1962) redefiniu o modelo de Rutherford e postulou princípios afirmando que os elétrons orbitam o núcleo em camadas de energia quantizada, o modelo Rutherford-Bohr.

Atualmente, a questão de orbitas para os elétrons não é mais aceita, graças aos estudos de Louis De Broglie, Heisenberg e Schrödinger que adotaram postulados da mecânica quântica, em que não se pode determinar a posição e velocidade do elétron ao mesmo tempo, denominado de princípio da incerteza por Heisenberg. Broglie introduziu a ideia de dualismo da matéria, na qual o elétron é visto como partícula-onda e Schrödinger associou o movimento do elétron a uma equação matemática que permite calcular as regiões de probabilidade em torno do núcleo, modelo matemático-probabilístico (SCHEFFER, 1997; PEREIRA, 2009).

A construção do conhecimento químico permite notar as inúmeras mudanças, descobertas, formas de pensamento, níveis de representação (macroscópico, submicroscópico e simbólico), bem como, os benefícios que essa ciência trouxe para o desenvolvimento humano ao longo da história. Apesar de todas essas contribuições, alguns episódios (bombas atômicas e radioativas, acidentes radioativos, mal uso de substâncias tóxicas) sobretudo, nas últimas décadas, fazem a Química ter sido vista de forma preconceituosa, algo ruim ou prejudicial aos seres humanos, saúde e meio ambiente.

Faz-se necessário um Ensino de Química de qualidade para desmistificar as concepções errôneas sobre essa ciência, a fim de formar cidadãos aptos para atuarem conscientemente na sociedade e assim, contribuir para o progresso e manutenção visando sempre o bem comum.

2.3 A História da Química como disciplina na formação de professores

A Química é uma Ciência que estuda os elementos componentes da matéria e suas diversas transformações. Sua compreensão está diretamente ligada ao desenvolvimento histórico científico que interligam os contextos sociais, políticos, econômicos, religiosos, filosóficos e tecnológicos que favoreceram ou não a construção dos conhecimentos científicos (MACHADO; WAGNER e GOI, 2014).

No ensino das Ciências Naturais, houveram diversas modificações quanto a sua abordagem desde a década de 1980, quando eclodiu o estudo das Ciências nos currículos de todo o mundo. Mathews (1995) ressalta que baseado em estudos norte-americanos, as relações

entre a História da Química e o ensino foram bem menos enfatizadas levando em consideração a Física e Biologia. Contudo, Beltran (2013) destaca que durante os últimos anos em nosso país essa situação vem se modificando.

Conforme Biscaino (2012), a reformulação de currículos e as propostas de inovação no ensino que surgiram em alguns países da Europa e nos Estados Unidos, no período da década de 1980, levaram países em desenvolvimento, como o Brasil, a repensar suas diretrizes educacionais.

Biscaino (2012) corrobora ainda que no Brasil as reformas na educação iniciaram com as Leis de Diretrizes e Bases (LDB), em 1996, e posteriormente formulação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que serviram de referência para a educação brasileira orientando os profissionais educadores do país. Os PCN indicam a necessidade de uma maior interdisciplinaridade, desenvolvimento de competências e habilidades dos assuntos que devem ser estudados, fazendo uma aproximação dos conteúdos com o cotidiano dos alunos.

Esses documentos oficiais constituem uma base que norteia e direciona as ações e o desenvolvimento do sistema da educação brasileira, além de constituir alicerces necessários para que se siga padrões e modelos que favoreçam a formação profissional e intelectual de todos os cidadãos (SANTOS, 2013).

No caso dessa pesquisa, o enfoque será em relação aos documentos que tratem do ensino de Química, mais precisamente, ao que diz respeito ao ensino de sua história na formação inicial de professores, bem como, nos aspectos históricos defendidos no ensino dessa disciplina.

Como salienta Pereira e Martins (2011), os documentos legais da educação brasileira, PCN (ensino fundamental e médio) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Química, apoiados em discussões internacionais sobre a inserção da história e filosofia da ciência nos currículos do ensino básico e superior, têm dado certo destaque ao conteúdo histórico-filosófico.

Nos parâmetros curriculares, essa temática aparece vinculada a um dos eixos de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos: a *contextualização sociocultural e histórica da ciência e da tecnologia*, sendo indicada como conteúdo de ensino e como uma estratégia didática e nas diretrizes para os professores, entre as competências e habilidades a serem desenvolvidas, bem como componente curricular (BRASIL, 2002; BRASIL, 2001).

Segundo Oki (2006), as novas orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as novas Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação, apontam para uma

formação mais humanística, com inclusão de conhecimentos básicos de História, Filosofia, Sociologia, História da Ciência e Movimentos Educacionais, com ênfase nas práticas de ensino.

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (DCN-CQ), em seu PARECER N.º: 1.303/2001 do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior (CNE/CES):

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

O licenciando em Química deve então ter conhecimento concreto em sua área de atuação, e isso deve ser possibilitado durante o percurso da graduação nos cursos de Licenciatura em Química. Esse documento apresenta as diretrizes curriculares tanto para os cursos de bacharelado quanto de licenciatura. São destacadas ainda várias competências e habilidades que os formandos devem apresentar e que são relacionadas à formação pessoal; à compreensão da Química; à busca de informação e a comunicação e expressão; ao ensino de Química e à profissão.

Com relação à formação pessoal desse profissional, espera-se que este tenha “uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção”. (BRASIL, 2001, p. 6).

Considerando a compreensão da Química, além de entender as leis, princípios e conceitos é essencial ao licenciando “reconhecer a Química como uma construção humana e compreender os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político” (BRASIL, 2001, p. 7). Os conteúdos curriculares básicos essenciais que devem compor a grade são conteúdos de Matemática, Física e Química envolvendo a teoria e laboratório.

Os conteúdos profissionais específicos, conforme esse documento são essenciais para o desenvolvimento de competências e habilidades do licenciando. Para a Licenciatura em Química serão incluídos no conjunto dos conteúdos profissionais os da Educação Básica considerando as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de Professores em nível superior, bem como as Diretrizes Nacionais para a Educação Básica e Ensino Médio (BRASIL, 2001).

Os conteúdos complementares para compor a grade do curso são os essenciais para a formação humanística disciplinar e gerencial. “Sugerem-se, para este segmento curricular, conteúdos de filosofia, história, administração, informática, instrumental de língua portuguesa e línguas estrangeiras, dentre outros” (BRASIL, 2001, p. 9).

A ênfase dada nesse documento sobre os conteúdos a serem compostos na grade curricular dos cursos de licenciatura em Química é justamente pelo fato de que os professores devem ter conhecimentos concretos da sua área de atuação, sobretudo relacionada à compreensão da Química como construção humana e compreender os aspectos históricos dessa ciência.

Assim, a proposta da disciplina ligada a História e Filosofia da Ciência, em particular da História da Química, aparece integrada ao currículo de duas maneiras: como conteúdo específico e como conteúdo complementar. Conforme salienta Santos (2013):

Em relação aos conteúdos que deverão compor a estrutura curricular do curso de licenciatura em Química nas Diretrizes Curriculares Nacionais, a proposta para a disciplina de HFC aparece integrada ao currículo de duas maneiras: como conteúdo específico e como conteúdo complementar. No primeiro caso, verifica-se que as licenciaturas em Química deverão contemplar, além dos conteúdos profissionais, os conteúdos sugeridos para a educação básica. Tal fato é fundamentado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores em nível superior. Em tais circunstâncias, a inclusão da referida disciplina no currículo dos cursos de licenciatura em Química torna-se relevante. No segundo caso, os conteúdos complementares são ditos como essenciais para a formação humanística, interdisciplinar e gerencial do licenciando. Entre outros conteúdos que são sugeridos para esta seção curricular estão os conteúdos de HFC (SANTOS, 2013, p. 40).

Ao analisar os documentos que regem a educação do sistema brasileiro a História e Filosofia da Ciência têm se destacado como uma dimensão necessária para o ensino de Ciências em todos os níveis de ensino. Isso é um reflexo de discussões internacionais sobre a inserção da HFC nos currículos em todos os níveis de escolarização (SANTOS, 2013).

De acordo com Correa (2015, p. 67), “as normativas discutidas sinalizavam mudanças na formação de professores que já eram fomentadas por estudiosos e pesquisadores”. Discorre ainda que as epistemologias pessoais são altamente influenciadas pela compreensão que se tem da Química.

Nesse sentido, Maldaner (2003) defende que os ciclos de reprodução na formação de professor só se romperão com uma compreensão adequada da natureza do conhecimento Químico, fato que muitas vezes os professores tem uma visão deformada ou distorcida da ciência, onde podem achar que a Ciência está inserida na natureza e que basta a visão sistemática de experimentos e observações para retirar esse conhecimento que já existe na natureza.

O autor acredita que as concepções inadequadas sobre a natureza da ciência é algo que vai sendo passado através da formação em sala de aula. Assim, defende que Química deve ser ensinada como uma realidade produzida pelo homem, em processo intelectual e que a disciplina deva permitir o acesso a essa realidade histórica, onde a compreensão da natureza da ciência é

crucial para a mudança das práticas pedagógicas do professor (MALDANER, 2003 *apud* CORREA, 2015).

Corrêa (2015) defende que essa mudança é necessária para que a Química deixe de ser ensinada de forma acumulativa, descontextualizada e fracionada em áreas que só dificultam a construção da visão da Ciência, que contribuirá efetivamente para a formação da educação básica.

Nos PCN+ é abordado que os elementos que tratam da História e Filosofia da Ciência, nesse caso, da História da Química em seu ensino, está inserido entre as competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos discentes, bem como para os professores é tratada como um importante recurso didático.

De acordo com os PCN+ (BRASIL, 2002), a História da Química deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos, permitindo o desenvolvimento de uma visão crítica da ciência, por parte dos docentes e discentes. Desta forma, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim, como uma construção humana em constante mudança (BRASIL, 2002).

Segundo esse documento é fundamental que se mostre através da História da Química as transformações da matéria de maneira e que contextualize esses conhecimentos.

É fundamental que se mostrem, através da história, as transformações das ideias sobre a constituição da matéria, contextualizando-as. A simples cronologia sobre essas ideias, como é geralmente apresentada no ensino, é insuficiente, pois pode dar uma ideia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas de cientistas, isolada do contexto social, econômico ou político da época (BRASIL, 2002, p. 96).

Espera-se que os assuntos tratados através dessa abordagem propiciem o desenvolvimento de competências, sobretudo quanto à compreensão e o reconhecimento da Química como resultado de uma construção humana, inserida na história e na sociedade.

Para que sejam alcançadas todas essas demandas de competências, necessita-se de um preparo adequado para os professores dessa área. Assim, “a implantação de aspectos históricos e filosóficos no ensino das ciências depende da maneira como esta tem sido articulada nos cursos de formação inicial” (SANTOS, 2013, p. 39).

2.4 Ensino de Química no Brasil – Do período imperial até atualidade

O processo de institucionalização do Ensino de Ciências estruturado no Brasil foi longo, difícil e levou muito tempo, estabelecendo-se a partir somente no início do século XIX (FILGUEIRAS, 1990).

Até o início dos anos 1800, o progresso científico e tecnológico brasileiro era condicionado ao grau de desenvolvimento do ensino de ciências no país. Fatores como a dependência política, cultural e econômica impossibilitaram um desenvolvimento significativo da ciência no Brasil no período colonial. Considera-se que nessa época o avanço científico no Brasil foi quase nulo (RHEINBOLT, 1994 *apud* LIMA, 2013).

O ensino de Química teve início no Brasil com a vinda de D. João VI e sua comitiva para o país (LIMA, 2013). No ano de 1810 foi fundada no Rio de Janeiro a Academia Real Militar, considerada a primeira instituição no Brasil onde o ensino de Química foi regularmente ministrado. Na época, a disciplina fazia parte do currículo na formação de militares. O ensino era carente de pesquisa e atividades práticas, constituindo-se, conseqüentemente, em um método de livretos (LIMA, 2017).

Segundo Santos e Filgueiras (2011), a disciplina de Química ministrada na Academia Real Militar como o primeiro curso regular de Química no Brasil.

A fundação desta nova escola representou a institucionalização do ensino regular de ciências no Brasil, ou pelo menos seu planejamento, em razão da ousadia de seu programa de estudos, de ampla diversidade e de abordagem atualizada e profunda. Embora seu objetivo principal fosse o estudo da ciência bélica, a Academia Real Militar foi estruturada de modo a tornar-se um centro de estudos das “ciências matemáticas, de ciências de observações”. O currículo incluía um curso completo de Ciências Matemáticas, Química, Física Mineralogia, Metalurgia e História Natural. O curso completo era de 7 anos, para os quais haveria 11 Professores Titulares, denominados Lentes, e 5 Professores Substitutos. O primeiro ano era uma espécie de preparatório, para suprir a quase inexistência do ensino secundário regular; o segundo, terceiro e quarto anos eram de disciplinas básicas de nível superior; finalmente, nos três últimos anos ensinavam-se as disciplinas militares aplicadas e de engenharia (SANTOS e FILGUEIRAS, 2011, p. 362).

A inclusão do ensino de Química nesse período partiu da necessidade de preparar mão de obra especializada para exploração de minérios, fabricação de ligas de metais e para produção de pólvora de armamento dos militares (LIMA, 2013).

Em 1839 diversas reformas foram acontecendo: alteração do nome da instituição para Escola Militar (1839); criação de curso de Engenharia Civil, compreendendo a cadeira de Química e Mineralogia em seu terceiro ano (1842); criação da Escola de Aplicação do Exército para estudo teórico e prático de assuntos militares que, então, foram desligados da Escola Militar (1855). Esta última, a mais significativa, pois o desdobramento das escolas teve como consequência alterações curriculares (SCHEFFER, 1997).

Dentre as mudanças recorrentes acontecidas na esfera da educação nesse período, a disciplina de Química agregada aos cursos da antiga Academia Real Militar, tornou-se na década de 1940, curso de nível superior na modalidade de Licenciatura, no modelo 3+1, no qual consistia em três anos de cursos de disciplinas específicas, similar ao bacharelado já existente, e mais um ano de disciplinas pedagógicas (FIGUEREDO; EICHLER, 2013).

No Brasil as décadas de 1950 e 1960 foram marcadas pelo movimento na busca por melhorias do Ensino de Ciências, em que a Química está inserida. Nos anos 60 e 70 desenvolveram-se atividades bastante significativas, onde os primeiros projetos curriculares atingiram alguns propósitos e começaram a aspirar mudanças no ensino. Nesse período, foram criados Centro de Ciências que objetivavam a análise de materiais existentes e utilizados no ensino (SILVA, 2014).

Nas décadas de 1980 e 1990, ocorreram avanços significativos para a formação do atual modelo dos cursos de licenciatura em Química (SCHNETZLER, 2002; ARAÚJO; FADIGAS e WATANABE, 2016).

Alguns eventos foram de suma importância para o desenvolvimento da educação química no Brasil, tais como: o início da atuação de pesquisadores a partir da criação da área do Ensino de Química pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ); debates e inovações no Ensino de Química no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), em 1982, na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); criação da seção Química Nova na Escola (QNEsc) na Revista Química Nova (QN); aumento de mestres e doutores na pesquisa do ensino de Química e a progressão de publicações de artigos, revistas e livros de Química (SCHNETZLER, 2002 *apud* Fernandes, 2014).

Esses eventos foram de extrema importância pois possibilitaram discussões de diversos temas relacionados ao ensino de Química em vários níveis de escolaridade. Conforme Araújo, Fadigas e Watanabe (2016, p. 29):

Durante o período descrito acima, nos cursos de formação de professores, as licenciaturas em geral e, mais especificamente, as licenciaturas em Química, que ainda funcionavam no modelo 3+1, procuravam uma maneira de ajustar suas propostas curriculares tentando superar a visão tecnicista da educação. Uma das questões relacionadas à formação de professores de Ciências nesta época, refere-se às mudanças no componente curricular Didática para os futuros educadores; e, além disso, a inclusão de novos componentes que ajudassem na construção de um novo currículo, preocupado com a prática escolar inseridas no chão da escola (ARAÚJO, FADIGAS e WATANABE, 2016, p. 29).

Os ensino presente nos cursos de licenciatura ainda abordavam o sistema que tornava fragmentada a preparação do futuro docente. Neste modelo, os cursos de licenciatura eram uma complementação dos cursos de bacharelado. “O maior problema desse sistema era que as

disciplinas pedagógicas eram lecionadas separadamente, por outros departamentos, específicos de educação, resultando em fragmentação (FIGUEREDO e EICHLER, 2013, p. 2).

Segundo os autores, em 1962, após um parecer do Conselho Federal de Educação, tornou-se obrigatório que 1/8 da carga horária total dos cursos de licenciatura fossem destinados às disciplinas pedagógicas. Contudo, as mesmas continuavam sendo ofertadas aos finais dos cursos e sem relação com as disciplinas específicas. Apesar das críticas, houve uma expansão dos cursos de formação de professores, entretanto, não foi acompanhada de qualidade. A grande necessidade de professores para suprir as escolas de Ensino Médio com corpo docente capacitado, gerou um grande número de instituições formadoras de professores, cuja qualidade de ensino é questionável.

Devido ao início do ensino secundário, após a reforma Francisco Campos em 1931, a Química começou a ser ministrada como disciplina regular. Segundo documentos da época, o ensino de Química tinha por objetivos dotar o aluno de conhecimentos específicos, sobretudo, despertar o interesse pela ciência e mostrar a relação desses conhecimentos com o cotidiano (MACEDO e LOPES, 2002, p. 75).

Com a reforma da educação, promovida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), nº 5.692 de 1971, que instituiu o Ensino Médio profissionalizante, houve uma mudança de foco quanto à abordagem da disciplina de Química, passando a enfatizar os aspectos técnicos científicos, com aulas direcionadas somente para aplicação de definições e de cálculos em contextos restritamente técnico (LIMA, 2017)

Os anos de 1990 são caracterizados por uma reforma profunda no ensino médio brasileiro (LIMA, 2013). Mudanças como: descentralização, a flexibilidade dos currículos, autonomia das unidades escolares, estabelecimento de um processo de avaliação externa sobre os sistemas de ensino, a promulgação da LDB de 1996 e os PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006). “Tais mudanças faziam parte de uma necessidade de enquadramento ao movimento de reforma nos sistemas de ensino que ocorria em vários países, por consequência da globalização” (LIMA, 2017).

O ensino de Química, conforme as propostas dos PCNEM, devem valorizar a aplicabilidade dos conteúdos para a vida e a relação com outras disciplinas do currículo, de modo que o conhecimento químico seja empregado de forma contextualizada e significativa para o aluno.

Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) a Química pode ser um potente instrumento na formação humana e forte

contribuinte para a expansão dos horizontes culturais e da autonomia na atuação cidadã. Seu ensino deve ser promovido de modo a conscientizar os cidadãos de sua responsabilidade e possibilidade de atuação construtiva na realidade e a partir de abordagens caracterizadas por linguagens e métodos químicos que mostrem a importância desta ciência para o desenvolvimento de muitos ramos da sociedade (BRASIL, 2007, *apud* Fernandes, 2014).

O art. 35º, parágrafos I a IV das orientações da LDB, afirma que o Ensino Médio deve ser um aprofundamento do Ensino Fundamental, de modo a preparar o cidadão para o trabalho e para a atuação social consciente, além de promover o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, conduta ética e a compreensão de conhecimentos científico-tecnológicos aliando teoria à prática (BRASIL, 1996).

Conforme Fernandes (2014), a educação Química tem um papel muito importante na formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade em prol do bem comum, estando diretamente ligada a isso, a qualidade do ensino no processo ensino e aprendizagem.

De acordo com Propolino (2013), atualmente não é mais aceitável que o ensino de Química seja abordado de modo tradicional e tecnicista, onde o professor apresenta regras e fórmulas no quadro e os alunos recebem o conhecimento de forma passiva. Para Santos e Schnetzler (1996), esse tipo de abordagem desestimula o aluno a aprender e, sobretudo, com a quantidade excessiva de conteúdos os alunos sejam levados a decorar conceitos, sem entender sua aplicação e, assim, obter um conhecimento livre de significados.

Diante disso, é imprescindível que os professores e futuros professores – graduandos em Química - tornem-se docentes capazes de promover as exigências das atuais propostas do ensino para que haja uma educação básica de qualidade. Portanto, faz-se necessário que o processo de ensino-aprendizagem durante a graduação seja eficaz.

O licenciando deve possuir conhecimento concreto de sua área de atuação, reconhecer a Química como construtora da formação humana, cidadã, seu contexto histórico e aspectos socioeconômico e político (FERNANDES, 2014). Assim, é necessário que os cursos de licenciatura em Química proporcionem o desenvolvimento dessas capacidades aos futuros docentes (GABIN e FERREIRA, 2010).

2.4.1 Contextualização no Ensino de Química

Segundo Carvalho *et al.*, (2011), é comum que o ensino de Química seja ministrado de maneira tradicional, sendo necessário que os professores do ensino superior utilizem recursos metodológicos, como a contextualização, no processo de ensino dos futuros docentes. Isso

torna-se relevante para que tenham uma formação mais concreta, tornando-os aptos a aplicar seus conhecimentos na realidade sociocultural e assim, saber relacionar os conhecimentos químicos com o mundo real.

A contextualização no ensino vem sendo defendida por diversos autores como um meio de possibilitar ao estudante uma educação para cidadania, concomitante à aprendizagem significativa de conteúdo. A contextualização é vista como um método de ensinar conceitos das ciências ligados a vivência dos alunos como recurso pedagógico ou como princípio norteador no processo de ensino. Conforme defende Silva (2007, p. 10):

A contextualização como princípio norteador caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que o aluno sabe sobre o contexto a ser estudado e os conteúdos específicos que servem de explicações e entendimento desse contexto, utilizando-se da estratégia de conhecer as idéias prévias do aluno sobre o contexto e os conteúdos em estudo, característica do construtivismo (SILVA, 2007, p. 10).

A contextualização, portanto, baseia-se na construção de significados possibilitando incorporar valores do cotidiano, social e cultural ao interagir no processo de descoberta, por parte do discente, ao fazê-lo reconhecer a ligação do conhecimento científico e sua aplicação nos fatos que o cercam.

A ideia de contextualização surgiu com a reforma do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) 9.394/96, que orienta a compreensão dos conhecimentos químicos para uso cotidiano visando um ensino de Química centrado na interface entre informação científica e contexto social. Desta forma, para os PCN+, contextualizar assuntos de química não é promover uma ligação artificial entre o conteúdo e o cotidiano, mas sim, propor situações problemáticas reais e buscar conhecimento necessário para entendê-las e solucioná-las (ALMEIDA *et al.*, 2008)

Numa discussão mais conceitual, González (2004 *apud* Silva, 2007) apresenta três possíveis dimensões para a contextualização. A primeira se refere a contextualização histórica, ao mostrar como e por que surgem as ideias e teorias científicas, uma espécie de entendimento dos contextos históricos que envolvem os estudos dos cientistas em suas épocas; a segunda diz respeito a contextualização metodológica, em que os conteúdos não devem ser postos como um fim de si mesmos, que os mesmos sofreram influências de outros conhecimentos das diversas áreas do conhecimento humano; a terceira é a dimensão da contextualização socioambiental, que se caracteriza como um modo de ver a utilidade da ciência em nosso entorno e no modo de interagir com o mundo.

Diante dessas dimensões de contextualização, Lima (2013) corrobora que o conhecimento químico constituído de modelos sistemáticos que permeiam o contexto

sociocultural da humanidade, deveria ser usado de forma sistemática e significativa para o educando, uma vez que, essa abordagem demanda o uso de uma linguagem própria e de modelos diversificados. Para o autor, nas práticas do ensino de Química, é de grande importância utilizar uma abordagem destacando as visões por ela desenvolvidas numa construção histórica da natureza humana.

O uso da contextualização histórica em atividades didáticas tem como objetivo diminuir as dificuldades dos alunos para o estudo da química, além de desenvolver a consciência de que o conhecimento científico é dinâmico e mutável, ajudando a desenvolver em estudantes e professores, a necessária visão mais ampla e crítica da ciência (SILVA, 2014).

O ensino de Química contribui para uma visão mais ampla do conhecimento, possibilitando maior compreensão do mundo físico e da construção da cidadania, colocando em pauta na sala de aula, conhecimentos socialmente relevantes, que fazem sentido e podem integrar à vida do aluno (SANTOS e SCHNESTZLER, 1996).

Uma boa maneira de motivar o ensino efetivo de química é buscando em sua história a ferramenta pedagógica para esclarecer o importante papel que os diferentes elementos e compostos químicos tiveram ao longo do curso da humanidade. “A História dá sentido aos atos do ser humano e é, sem dúvida, uma estratégia didática muito eficiente no campo da educação científica” (TEIXEIRA e TEIXEIRA, 2007, p. 9).

No Ensino de Química, discutir aspectos históricos do desenvolvimento da ciência contribui para compreender a dinâmica de construção do conhecimento, podendo estimular o senso crítico dos alunos, podendo ser uma fonte de motivação para se trabalhar muitos temas (BELTRAN *et al.*, 2009).

Dentre esses temas, a História da Química pode ser discutida em sala através de diversas abordagens nas quais promova um ensino baseado no uso da contextualização da construção dos conhecimentos científicos destacando sua importância no desenvolvimento da sociedade atual, em que, a contribuição dos conhecimentos químicos, sobretudo, dos compostos químicos, remédios, entre outros, causaram impactos e mudanças sociais que até hoje implicam em todos os campos do conhecimento, desde a medicina ao direito.

A descoberta de moléculas químicas determinou todo um curso da história da humanidade. “Essas moléculas produziram grandes feitos na engenharia e provocaram importantes avanços na medicina e no direito. Além disso, determinaram o que hoje comemos, bebemos e vestimos” (LE COUTEUR e BURRESON, 2006).

Como forma de contextualizar os conhecimentos químicos pode-se utilizar artigos científicos, como por exemplo, o artigo “Penicilina: Efeito do Acaso e Momento Histórico no Desenvolvimento Científico” (CALIXTO e CAVALHEIRO, 2012) que discute a influência da descoberta da penicilina e sua influência em eventos científicos na história da humanidade.

O artigo conta que o cientista britânico Alexander Fleming, em 1928, descobriu por acaso o antibiótico natural derivado de um fungo, o *Penicilium*. Mas apenas em 1942, esse antibiótico foi produzido em larga escala, no período da segunda Guerra Mundial para tratamento dos feridos.

Esse tema pode ser trabalhado em sala de aula de maneira contextualizada e interdisciplinar, ao aliar esse fato histórico, sua influência na sociedade e a construção do conhecimento (descoberta) ao desenvolvimento científico.

Calixto e Cavalheiro (2012) salientam que todos os conceitos e informações decorrentes da descoberta, obtenção da penicilina, assim como uma ampla gama de temas do conteúdo de química orgânica (estrutura; atividade biológica; estereoquímica; quiralidade; saturação de ligações; anéis aromáticos e alifáticos; heteroátomos e presença de funções orgânicas na atividade da molécula) podem ser explorados didaticamente a partir da motivação provocada pelo aspecto histórico e pela aplicação dos antibióticos em nosso cotidiano (SILVA, 2014).

Nesse artigo, os autores abordam a química na penicilina e explicitam que qualquer alteração na estrutura básica da molécula pode levar à perda de toda atividade antibacteriana da molécula. Ao discorrerem sobre as classificações das penicilinas, enfatizam que é possível obter uma grande variedade de substâncias, mudando-se as cadeias laterais, substituintes da estrutura básica da penicilina, bem como, cada mudança na molécula pode inativar a função antibiótica da penicilina ou, ao contrário, fazer com que o remédio trate de uma infecção específica.

Esse tipo de assunto pode ser usado como subsídio para promover uma discussão inicial sobre o tema em forma de debate sobre aspectos teóricos envolvidos. Ao propor o debate sobre esse assunto deve ficar evidente a importância da penicilina e das moléculas orgânicas em geral na sociedade contemporânea.

2.4.2 O livro “Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História” como estratégia metodológica

Diversos livros que abordam sobre a História da Química são lançados no mercado editorial brasileiro. Teixeira e Teixeira (2007) destacam alguns, por exemplo: Da alquimia à química, de Ana Maria Alfonso Goldfarb (1987); Alquimistas e químicos: o passado, o presente

e o futuro, de José Atilio Vanin (1994) e O sonho de Mendeleiev: a verdadeira História da Química, escrito por Paul Strathern (2002).

Dentre esses livros, *“Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História”*, usado nessa pesquisa, escrito por Penny Le Couteur e Jay Burreson, publicado em 2006 pela editora Jorge Zahar, também tem como foco a química e sua história. Porém, sua maior preocupação versa sobre os extraordinários impactos econômicos e transformações sociais que a química produziu ao longo da história da humanidade.

O título levanta uma curiosa questão sobre uma estranha história referente aos motivos da derrota do exército de Napoleão Russa em 1812, após inúmeras vitórias em batalhas anteriores. Os autores franceses do referido livro, uma professora e um químico industrial, especulam que a derrota do exército de Napoleão pode ter sido causada por algo tão insignificante quanto botões. Os que fechavam as fardas dos soldados do exército francês (sobretudos, túnicas e calças), eram feitos de estanho, um material metálico que, quando muito resfriado, se converte num pó cinza e não metálico, não servindo, desta forma, para fechar o vestuário militar de inverno (TEIXEIRA e TEIXEIRA, 2007).

Esta especulação histórica não cabalmente comprovada - aliás é a única história não confirmada do livro -, é uma interessante explicação que muitos químicos costumam citar como uma razão científica para a derrota de Napoleão e para o aparente paradoxal efeito do inverno rigoroso de maneira diferente para os dois lados. Obviamente, outros fatores foram importantes para o desfecho desta campanha militar, dentre os quais cabe salientar a estratégia russa de destruir as cidades e vilarejos ao abandoná-los antes da chegada do inimigo. De qualquer forma, a derrota francesa acarretou a permanência da servidão feudal por mais um século na Rússia czarista. Aliás, os metais em geral foram importantíssimos na história da humanidade desde sua pré-história: a idade do bronze (liga de estanho e cobre) e a idade do ferro foram importantes fases da evolução da humanidade que permitiram ao ser humano o uso de ferramentas não exclusivamente feitas de pedra e madeira. O ouro e a prata, por outro lado, acabaram sendo a força motriz e da riqueza de países europeus que colonizaram as Américas (TEIXEIRA e TEIXEIRA, 2007, p.10).

O livro retrata como moléculas que aparentemente passaram tão despercebidas em sua descoberta tiveram tanto impacto no desenvolvimento da sociedade. Este não trata exatamente sobre a História da Química, mas sim sobre a influência dessa ciência na história da humanidade.

Ao abordar sobre a influência das moléculas, os autores destacam “uma mudança tão pequena quanto a da posição de uma ligação — o vínculo entre átomos numa molécula — pode levar a enormes diferenças nas propriedades de uma substância e, por sua vez, influenciar o curso da história” (LE COURTEUR e BURRESON, 2006).

“Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História” é uma fascinante análise de 17 moléculas que, como o estanho daqueles botões, influenciou o curso da história.

Ao revelarem as espantosas conexões químicas que unem eventos aparentemente não relacionados, os autores esclarecem aspectos pitorescos das descobertas científicas (LE COUTEUR e BURRESON, 2006).

Le Couteur e Burreson (2006) dividem esse livro em 17 capítulos, cada um inspirado em uma classe de moléculas orgânicas que, como o estanho daqueles botões, aparentemente insignificantes, influenciou o curso da história.

1. Pimenta, noz-moscada e cravo da Índia: as especiarias e as navegações;
2. A vitamina C e o escorbuto;
3. A glicose, a cana-de-açúcar e a escravidão;
4. A celulose, o algodão e a revolução industrial;
5. Compostos nitrados: os explosivos e a colonização da América;
6. A seda e o nylon: rotas de comércio e moda;
7. O fenol e a esterilização;
8. O isopreno e a borracha;
9. Os corantes sintéticos e o nazismo;
10. Remédios milagrosos: aspirina, sulfa e penicilina;
11. A pílula e a revolução sexual;
12. Moléculas de bruxaria: os alcaloides e a inquisição;
13. Morfina, nicotina e cafeína: alterações da percepção;
14. O ácido oleico e o azeite de oliva;
15. O sal e a preservação dos alimentos;
16. Compostos clorocarbônicos: refrigeração e anestesia;
17. Moléculas versus malária.

Os autores não ocultam detalhes estruturais ao abordarem sobre as moléculas orgânicas, já que na maioria dos livros de divulgação científica não é revelado diretamente conceitos científicos ou algo que lembre matemática ou geometria, onde a própria ciência acaba, muitas vezes, sendo ocultada do processo.

Coerentes com sua proposta, os autores incluem no livro ilustrações da estrutura de todas as moléculas citadas, pois conforme Le Couteur e Burreson (2006, p. 15) “a compreensão das estruturas químicas dá vida à trama de relações que une Química e História”.

Essa obra foi utilizada em pesquisas científicas de dissertações e trabalhos de conclusão de curso como auxílio na abordagem de conceitos químicos, sobretudo, ao ser interligado a estratégias metodológicas como o uso de seminários com alunos do ensino médio.

Silva (2014) abordou em sua pesquisa de dissertação de mestrado sobre as estratégias de estudo dirigido e uso de seminário no ensino de Química Orgânica baseado nos conceitos da aprendizagem significativa, utilizando a História da Ciência/Química como meio de busca para superar o modelo de transmissão/recepção de conhecimentos pouco significativos.

Na pesquisa de Silva (2014), o livro *“Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História”* foi utilizada para dar suporte na técnica do uso de seminários como fonte de apoio em que cada equipe apresentou um capítulo do livro referente aos conteúdos previamente estudados em sala. Foram entregues cópias desses capítulos, bem como 4 a 5 questões de cada capítulo elaboradas pelo professor.

Concluiu-se na pesquisa de Silva (2014) que os alunos tiveram maior interesse motivacional com a técnica de estudo dirigido, sendo constatada tal afirmativa através das análises qualitativas e quantitativas resultando em um maior aprendizado. Contudo, a autora afirma que ambas as técnicas apresentaram boa integração entre os participantes onde os mesmos foram os agentes e realizaram um trabalho direcionado para uma aprendizagem significativa. Foi possível identificar através das técnicas utilizadas que os alunos se empenharam em associar conceitos de química orgânica com o cotidiano, indicando consequentemente o progresso e o amadurecimento dos participantes pela busca do conhecimento científico.

Já Simon (2009) utilizou esse livro como recurso didático no ensino de Funções Químicas com turmas do ensino médio. Concomitante ao estudo dos conteúdos das funções químicas foi feito uma atividade teatral a partir da leitura de alguns capítulos selecionados do livro *“Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História”*. Através de questionários aplicados preliminarmente e posterior aplicação da técnica no intuito de avaliar as concepções dos participantes sobre o conteúdo de funções químicas e sua influência no cotidiano e na história mundial. Verificou-se que houve desenvolvimento das noções de ciência na história e das relações das moléculas estudadas com o cotidiano dos participantes, fazendo jus a importância de utilizar um livro de divulgação científica como recurso didático.

Para a presente pesquisa, foram selecionados sete (7) capítulos para serem utilizados como material de apoio para os seminários que serão apresentados pelos discentes participantes, pois seria inviável estudar todos os capítulos devido o tempo de aplicação da Situação de Estudo.

A escolha desses capítulos se baseou, sobretudo, na relevância das moléculas e sua influência no contexto mundial e brasileiro para o desenvolvimento científico, econômico e

social com a ressalta de dois aspectos que ficam evidentes para o processo de ensino e aprendizagem: uso da história da ciência e de aspectos do cotidiano notáveis ao decorrer da leitura dos capítulos.

A seguir são apresentados breves resumos dos capítulos selecionados:

Capítulo 3 – Glicose: O livro inicia fazendo uma abordagem socioeconômica ao relatar que o açúcar, assim como outras especiarias foi um luxo acessível apenas para os mais ricos. Após alguns séculos ao chegar a vários países do mundo o açúcar passou a ser mais facilmente obtido, mas continuava muito caro. Ao longo do tempo essa especiaria tornava-se cada vez mais apreciado, o que elevou seu consumo. No século XX a produção mundial do açúcar cresceu 700%, ao passo que esse número diminuiu nos últimos anos com o aumento do uso de adoçantes artificiais, sobretudo pela preocupação com dietas ricas em calorias. Os autores abordam ao longo do capítulo sobre a influência dessa molécula (Glicose) na história. “Não tivesse sido a demanda de açúcar, é provável que nosso mundo fosse muito diferente hoje”, assim os autores retratam como foi o processo de mão de obra escrava para a produção e cultivo do açúcar, sobretudo no Brasil. Os autores continuam a explorar essa Molécula mostrando suas características Químicas com diversas fórmulas estruturais, bem como a implicação da mesma na saúde. O capítulo finaliza salientando que os níveis de consumo da molécula de Glicose e de seus isômeros estão refletindo em problemas de saúde como diabetes, obesidade e cáries dentárias, assim em nosso dia a dia continuamos a sermos moldados pelo açúcar.

Capítulo 7 – Fenol: O livro aborda acerca desse composto ressaltando que o mesmo deu início a Idade dos Plásticos. Esse composto se aplica a diversas coisas, como uso em práticas cirúrgicas, elefantes ameaçados de extinção, fotografia e orquídeas. Os autores ressaltam que os fenóis desempenharam um papel crucial em vários avanços que mudaram o mundo. Ao longo do capítulo, é explanada a aplicação na cirurgia estéril, onde milhares de vidas puderam ser salvas da morte por infecção que assolava cerca de 40% dos pacientes que faziam algum tipo de amputação; abordam também sobre as propriedades químicas do fenol mostrando a molécula e analisando-a quimicamente; relatam sobre o fenol em plásticos, onde esse composto promoveu desenvolvimentos econômicos. Os autores apresentam uma série de implicações que esse composto teve na história da humanidade. Além dos citados acima, os fenóis influenciaram na saúde, alimentos, condimentos, corantes naturais dentre outros. “Com tão ampla variedade de estruturas, é provável que os fenóis continuem a moldar a história”.

Capítulo 8 – Isopreno: Os autores iniciam esse capítulo fazendo diversas interrogações se conseguiríamos imaginar como seria o mundo sem pneus para os automóveis, caminhões e

aviões, sem gaxetas e correias para ventiladores dos motores, dentre outras aplicações extremamente úteis do uso de elásticos. Enfatizam inicialmente que a estrutura química dessa substância lhe confere propriedades únicas. Ao longo do capítulo destacam as propriedades químicas desse composto e de seus arranjos cis e trans; relatam sobre os promotores da borracha no início de seu estudo e destacam diversas de suas implicações em alguns tópicos, destacando que a borracha alterou a história, bem como a história alterou a borracha.

Sobre o capítulo Isopreno, Teixeira e Teixeira (2007) enfatizam que a borracha é importante historicamente para nosso país, pois as “bolas de borracha” possibilitaram um desenvolvimento importante na Amazônia brasileira e depois por todo país no final do século XIX para o século XX. Ressaltam ainda que devido a um dos primeiros casos de biopirataria e também pelo descaso com as imensas riquezas do Brasil, o país perdeu a liderança na produção mundial de borracha para a Ásia.

Capítulo 10 – Remédios milagrosos: O capítulo inicia com uma indagação que logo é respondida sobre o que poderia ter causado o aumento da expectativa de vida, sobretudo nos Estados Unidos. Segundo os autores, esse fato se deve ao uso de moléculas da Química medicinal, conhecidas como antibióticos. Nesse capítulo, os autores vão enfatizar dois tipos de produtos farmacêuticos: o analgésico aspirina e dois tipos de antibióticos, sulfa e penicilina. Assim, ao longo do capítulo descrevem com detalhes as propriedades e a evolução desses medicamentos.

Capítulo 13 – Morfina, nicotina e cafeína: Inicia-se o capítulo expondo que os seres humanos desejam tudo que lhe permite uma sensação agradável, sobretudo, moléculas como os alcalóides a quem o título versa sobre, como essas três moléculas morfina (da papoula), nicotina (do tabaco) e a cafeína (do chá, café e cacau) que são requisitadas e apreciadas há milênios. Os autores fazem uma explanação sobre as propriedades dessas moléculas, mostrando suas estruturas químicas, suas influências na sociedade elucidando que essas estimularam o comércio, geraram fortunas, alimentaram guerras, sustentaram governos, financiaram golpes de Estado e escravizaram milhões de pessoas, tudo isso pelo desejo incansável humano da rápida sensação de prazer produzida por uma substância Química. Ressaltam ainda que a cafeína é uma das drogas mais estudadas no mundo.

Le Courteur e Burreson elucidam que o cultivo do café no Brasil chegou a dominar a agricultura e o comércio. O cultivo do café estimou o crescimento econômico do país à medida que se construíam estradas de ferro entre as regiões produtoras de café e portos importantes. O ambiente físico do Brasil foi mudado, visto que para as plantações de café diversas florestas

naturais foram derrubadas ou queimadas e os animais nativos desses ambientes foram eliminados para dar lugar aos vastos cafezais que cobriam a zona rural. Assim, os autores finalizam dizendo que o tabaco, chá e café tiveram enorme impacto nas populações locais e sobre aqueles que os cultivaram.

Capítulo 15 – Sal: O sal comum NaCl teve sua história paralela a história da civilização humana. O sal atualmente é extremamente barato, porém segundo os autores, durante quase toda a história registrada, e provavelmente durante séculos antes, o sal foi uma mercadoria preciosa e muito cara. O preço de muitas especiarias percorridas durante os capítulos desse livro foi reduzido, mas o sal foi a que mais ficou desvalorizado economicamente. Esse fato se deve graças aos esforços químicos, que se consegue hoje sintetiza (seja em laboratório ou em fábricas) e/ou porque se consegue fazer substitutos artificiais de muitas dessas moléculas, cujas propriedades ficam muito parecidas com as de produtos naturais. Ao longo do capítulo os autores retratam sobre os diversos meios de obtenção, comércio, estrutura química, necessidade no organismo, a tributação e o sal como matéria prima.

O sal – cloreto de sódio NaCl – é talvez um dos compostos mais conhecidos e há mais tempo pela humanidade e, devido a necessidade imperiosa de nossos corpos por essa substância, foi um produto bastante apropriado para o domínio político, para a tributação e a remuneração de pessoas. O termo “salário” deriva etimologicamente da palavra sal, que era a forma como muitos trabalhadores foram pagos durante séculos (TEIXEIRA e TEIXEIRA, 2007).

Capítulo 16 – Compostos clorocarbônicos: o capítulo inicia com uma curiosa história sobre o início da refrigeração no mundo, em que um navio partindo de Buenos Aires com destino a Rouen na França transportava carne bovina refrigerada. Esse marco deu início a refrigeração e o fim da preservação de alimentos com moléculas de condimentos e sal. Os autores retratam sobre esse grande momento, bem como as inúmeras implicações que ocorreram no mundo após isso, sobretudo na esfera econômica, química e na natureza, pois os gases que foram descobertos para refrigerar os produtos reagem na natureza provocando diversos efeitos a médio e longo prazo. Le Courteur e Burreson discorrem de forma detalhada os riscos que os gases CFCs podem causar no planeta.

Sobre esse capítulo, Teixeira e Teixeira (2007) ressaltam que o Protocolo de Montreal, assinado em 1987, exigiu que os países signatários reduzissem aos poucos a produção de CFC até eliminá-la por completo. Os resultados atuais são positivos, visto que os dados indicam que aos poucos o problema referente a camada de ozônio está sendo controlado e reduzido. Destacam que esse é um exemplo de que com vontade política, questões ambientais importantes

podem ser enfrentadas sem que a economia dos países envolvidos seja drasticamente prejudicada.

Teixeira e Teixeira (2007) fazem uma ressalva que atualmente o composto mais prejudicial as questões ambientais é o dióxido de carbono (CO₂), cuja presença na atmosfera é mais crescente a partir da queima de combustíveis fósseis e de florestas, acentuando o efeito estufa, aquecendo o planeta e desequilibrando muitos ecossistemas. A queima de florestas, principalmente da Amazônia, além de aumentar a concentração de CO₂ na atmosfera e assim contribuir para o efeito estufa, implica ainda na desertificação daquela extensão que é maior do que muitos países europeus juntos. Essas queimas destroem muitas espécies vegetais que devem abrigar princípios químicos ativos naturais que representam uma incalculável riqueza potencial para a descoberta de inúmeros fármacos de grande importância, sobretudo na cura de doenças (TEIXEIRA e TEIXEIRA, 2007).

2.5 Estratégias de Ensino – uso de seminários

Segundo Anastasiou e Alves (2004), as estratégias de ensino visam uma efetivação de uma metodologia voltada para os discentes na realização de construções mentais variadas destes no processo de aprendizagem. Tais construções mentais se dão através de diversos pontos, tais como:

“(...) ações mentais de comparação, observação, imaginação, obtenção, e organização dos dados, elaboração e confirmação de hipóteses, classificação, interpretação, crítica, busca de suposições, aplicação de fatos e princípios a novas situações, planejamento de projetos e pesquisas, análise, tomadas de decisão e construção de resumos” (RUTHS *et al.*, 1977 *apud* ANASTASIOU e ALVES, 2004, p. 70).

A fim de alcançar de forma efetiva tais aspectos, as estratégias de ensino se apresentam como ferramentas onde são explorados meios, formas, jeitos e modos de comprovar o pensamento, considerando e respeitando as circunstâncias de execução. Segundo Diesel, Baldez e Martins (2017), qualquer ação proposta pelo professor deve ser pensada primeiro nos receptores (alunos), sendo estes os sujeitos que irão apreciá-la, onde “o planejamento e a organização de situações de aprendizagem deverão ser focados nas atividades dos estudantes, posto que é a aprendizagem destes, o objetivo principal da ação educativa”.

Daí surge à necessidade de existir a reflexão acerca da prática docente, visto que, os saberes necessários ao ensinar não se restringem apenas ao conteúdo específico que o professor sabe da disciplina que ele ministra, sendo este saber apenas uma parte do processo do ser professor.

Porém, ainda é bastante comum o método tradicional de ensino, por estar tão enraizado na metodologia dos professores, onde os alunos continuam mantendo uma postura passiva, memorizando os conteúdos numa espécie de reprodução do conhecimento (DIESEL; BALDEZ e MARTINS, 2017).

A partir da reflexão no que tange os conteúdos a serem ensinados, caberá ao professor buscar meios que facilitem a assimilação e compreensão por parte dos alunos e consequentemente, haver aprendizagem. Para isso, “o professor deve ser criativo e buscar transformações através da renovação e dinamização de sua prática” (LOPES, 1999, p. 35).

A aplicação de estratégias de ensino facilita o processo de ensino e aprendizagem ao dar incentivos ao papel dos professores como facilitadores no processo de transposição dos conteúdos, favorecendo uma relação conjunta entre docente e discente, que visa fortalecer competências e alcançar metas individuais.

Mesmo considerando essa importância do uso de estratégias, trabalhar fazendo uso delas não é tão fácil pelo fato de haver um predomínio na prática de ministrar aulas de forma tradicional.

“(…) entre nós, docentes universitários, existe um *habitus* de trabalho com predominância na exposição do conteúdo, em aulas expositivas ou palestras, uma estratégia funcional para a passagem de informação. Esse *habitus* reforça uma ação de transmissão de conteúdos prontos, acabados e determinados. Foi assim que vivenciamos a universidade como alunos.” (ANASTASIOU e ALVES, 2004, p. 71).

Desta forma, muitas vezes é desafiador atuar em sala de aula de forma diferenciada do que costumeiramente é praticado. Deve-se assim iniciar um processo de descontinuação no pensamento da execução docente e dar oportunidades a conhecer novas modalidades que possam agregar valor ao processo tradicional. Tal forma de exercício não é errada, mas pode vir a ser melhorada a fim de alcançar objetivos de forma mais produtiva.

A criação de momentos de experimentação do uso de estratégias através de discussões entre colegas é um ótimo ponto de partida. As vivências através de relatos de experiência, considerando os aspectos positivos e as dificuldades encontradas de aplicabilidade, podem servir como pontos de superação no alcance de melhorias para uma execução com ótimos ganhos (ANASTASIOU e ALVES, 2004).

A utilização de estratégias tem ainda como vantagem proporcionar a interação entre professor e aluno, podendo influenciar de forma positiva o processo de aprendizagem, sendo uma maneira de favorecer o diálogo dentro da sala de aula tanto dos alunos entre si e também com o professor. Assim, o professor não apenas transmite informações, mas ouve seus alunos

e os ajuda no processo de se expressar e expor suas opiniões, facilitando, desta forma, reconhecer as dificuldades dos discentes e saná-las (UTIYAMA e LUPPI, 2013).

Segundo Petrucci e Bastiston (2006), estas estratégias podem ser alteradas e adaptadas sempre que forem necessárias de acordo com a necessidade do docente e das peculiaridades encontradas em cada sala de aula. Acredita-se que cada estratégia tem sua especificidade no que diz respeito ao processo de ensino. Desta forma, o professor tem que ter a capacidade de caracterizá-la e utilizá-la no momento oportuno a partir de percepções de cada agrupamento de estudantes que irão fazer uso.

Trabalhar com estratégias em sala de aula é um trabalho grupal e que se faz necessária uma organização, um planejamento que se comprometa com o aluno, colocando-o como sujeito do processo de aprendizagem. Mas o trabalho em grupo não se trata unicamente em fazer parte de um conjunto de pessoas, pois estas possuem singularidades. Em sala de aula cabe ao professor, como facilitador do processo, desenvolver uma interação, compartilhando e respeitando as particularidades dos estudantes, suas habilidades e suas emoções (ANASTASIOU e ALVES, 2004).

“Numa atividade grupal de ensinagem, os docentes precisam ter domínio dos determinantes dessas estratégias. Inicialmente, não se organizam grupos apenas porque assim está proposto no projeto político-pedagógico, mas porque o objetivo que se tem em determinado momento do programa de aprendizagem solicita uma ação discente que será mais bem executada se a estratégia grupal for ativada.” (ANASTASIOU e ALVES, 2004, p. 76).

Dessa forma, a aprendizagem se desenvolve em um processo coletivo, onde as relações interpessoais, manifestadas no grupo, promovem a construção do conhecimento em conjunto. Assim, estimula-se a capacidade criativa, melhora sua produtividade, mostra a possibilidade de transformações, estimula o trabalho em equipe e pode melhorar as relações entre os participantes (ALBERTI *et al.*, 2014).

Anastasiou e Alves (2004) em sua pesquisa chegam a listar diversas estratégias de ensino que possibilitam essa interação cooperativa entre os estudantes. Entre as quais estão as estratégias foco da presente pesquisa: uso de Seminários.

Segundo Massetto (2003), o seminário é uma estratégia de aprendizagem muito rica e permite ao discente desenvolver sua capacidade de pesquisa, produção do conhecimento em equipe de forma coletiva, de organização de dados e de ideias, de comparação e aplicação de fatos a novas situações.

Para um bom resultado dessa técnica, é essencial sua preparação, bem como a garantia de funcionamento de que suas etapas de realização sejam seguidas. Assim, os estudantes

precisam ter clareza prévia dos diversos papéis que desenvolverão durante toda a dinâmica dos trabalhos.

Durante o desenvolvimento dessa estratégia, são atingidas as dimensões de mobilização para o conhecimento, enquanto se prepara “estudando, lendo, discutindo a base teórica e prática de sua pesquisa e, ao mesmo tempo, já constrói o conhecimento e produz as possíveis sínteses. Essas dimensões vêm imbricadas, uma enriquece a outra ao mesmo tempo em que se complementam” (ANASTASIOU e ALVES, 2004, p. 18).

A seguir é apresentada uma visão dessa estratégia: descrição; operações de pensamento; dinâmica da atividade e avaliação na visão de Anastasiou e Alves (2004). Conforme o Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 - Descrição da dinâmica de apresentação de seminários.

Descrição	É um espaço em que as ideias devem germinar ou ser semeadas. Portanto, espaço onde um grupo discuta ou debata temas ou problemas que são colocados em discussão.
Operações de pensamento	Análise, interpretação, crítica, levantamento de hipóteses, busca de suposições, obtenção de organização de dados, comparação, aplicação de fatos a novas situações.
Dinâmica da atividade	Se dá em três momentos: <i>1. Preparação (papel do professor é fundamental):</i> ❖ Apresentar o tema e/ou selecioná-lo conjuntamente com os estudantes, justificar sua importância; ❖ Desafiar os estudantes, apresentar os caminhos para realizarem as pesquisas e suas diversas modalidades (bibliográfica, de campo ou de laboratório); ❖ Organizar o calendário para as apresentações dos trabalhos dos estudantes; ❖ Orientar os estudantes na pesquisa (apontar fontes de consulta bibliográfica e/ou pessoas ou instituições) e na elaboração de seus registros para a apresentação ao grupo; ❖ Organizar o espaço físico para favorecer o diálogo entre os participantes. <i>2. Desenvolvimento:</i> ❖ Discussão do tema, em que o secretário anota os problemas formulados, bem como soluções encontradas e as conclusões apresentadas. Cabe ao professor dirigir a sessão de crítica ao final de

	cada apresentação, fazendo comentários sobre cada trabalho e sua exposição, organizando uma síntese integradora do que foi apresentado. <i>3. Relatório:</i> ❖ Trabalho escrito em forma de resumo, pode ser produzido individualmente ou em grupo.
Avaliação:	Os grupos são avaliados e exercem também a função de avaliadores. Os critérios de avaliação devem ser adequados aos objetivos da atividade em termos de conhecimento, habilidades e competências. Sugestão de critérios de avaliação: ❖ Clareza e coerência na apresentação; ❖ Domínio do conteúdo apresentado; ❖ Participação do grupo durante a exposição; ❖ Utilização de dinâmicas e/ou recursos audiovisuais na apresentação.

Fonte: Adaptado de Anastasiou e Alves (2004).

2.6 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), conhecida por teoria da assimilação, proposta por David Paul Ausubel, em 1962, é uma teoria cognitivista que se preocupa em explicar os mecanismos internos na mente humana e utilizar procedimentos necessários para sustentação dos conhecimentos aprendidos (AUSUBEL, 1963).

Essa teoria foi aplicada inicialmente na área da psicologia educacional tendo por objetivo entender o processo de aprendizagem e dos fatores que a influenciam, com foco na organização mental existente na estrutura cognitiva do aprendiz (LIMA; SAMPAIO e BARROSO, 2018). No Brasil, o principal estudioso e divulgador desta teoria é o professor Marco Antônio Moreira que a tem utilizado amplamente em suas pesquisas sobre o Ensino de Ciências (OKI, 2006).

Nesse sentido, a Aprendizagem Significativa (AS) se baseia na premissa que existe uma estrutura na mente humana na qual a organização e integração dos conhecimentos se processam. Assim, a estrutura cognitiva é entendida como o conteúdo e organização de ideias sobre uma área particular de conhecimento, sendo então, o complexo resultante dos processos cognitivos onde o conhecimento é adquirido (MOREIRA, 1999a). Moreira explica que:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento

especificamente relevante e já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2012b, p. 2)

Nessa perspectiva, a AS é uma relação entre os conhecimentos prévios relevantes e dos novos conhecimentos aprendidos, onde esses novos conhecimentos podem ter significados que se ancorem ao que o sujeito já conhece (símbolo, conceito, proposição, modelo mental) fazendo, assim, uma ligação ao que os teóricos sobre esse assunto definem como subsunçores.

Subsunçores são definidos como conhecimentos específicos existentes na estrutura cognitiva do sujeito que permitem dar significado a um novo conhecimento a ele apresentado ou por ele descoberto (MOREIRA, 2012). “A aquisição de novos conhecimentos não se dará pela quantidade de informações recebidas, mas pelo encontro entre um material potencialmente significativo e os subsunçores na estrutura cognitiva do estudante” (SARAIVA, 2017, p. 20).

Segundo Moreira (1980, 2000 *apud* Moreira, 2008), o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Para o autor, a AS ocorre quando novos conceitos, ideias e/ou proposições interagem com outros conhecimentos relevantes, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA, 2008). Na TAS o enriquecimento da estrutura cognitiva pode ocorrer sem abandono de concepções antigas.

A aprendizagem é um processo individual, pois o conhecimento prévio é específico de cada ser humano, assim como as relações que criam o significado de uma nova informação assimilada também será específica.

Para que a AS aconteça é necessário a predisposição do indivíduo a aprender e esforçar-se para que sejam estabelecidas relações substantivas e não arbitrárias entre o conteúdo da sua estrutura cognitiva e as novas informações. É importante também que o conteúdo da aprendizagem seja significativo sob o ponto de vista cultural e intelectual (OKI, 2006). Assim, além de querer aprender, e do material com potencial significado, Moreira (2011, p. 54), destaca que “[...] o conhecimento prévio é a variável isolada que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos”.

A AS pode se processar por descoberta ou por recepção. Na primeira, o estudante aprende sozinho, pois o conteúdo é apresentado sem nenhum tratamento pelo docente, cabendo ao aluno procurar meios para que se estabeleçam relações entre suas observações e a estrutura de conhecimentos. Na AS por recepção, primeiramente ocorre um tratamento das informações procurando deixá-las mais acessíveis para os estudantes, e ele deve procurar meios de inter-relacionar o material apresentado com os conhecimentos prévios de sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2000 *apud* SARAIVA; VASCONCELOS e BARROSO, 2018).

Nessa perspectiva, à proporção que as informações apresentadas por descoberta ou recepção se relacionam de forma não-arbitrária e não literal com a estrutura cognitiva do estudante e passam a trazer para ele alguma relevância, a aprendizagem pode ocorrer de forma significativa (MOREIRA e MASINI, 2006). A ocorrência da AS está condicionada ao grau de significação das informações para o indivíduo.

Para facilitar a ocorrência da AS o professor deve buscar a melhor maneira de relacionar os aspectos mais importantes do conteúdo ministrado, de forma que relacione com conhecimentos mais relevantes da estrutura cognitiva do estudante.

Moreira (2006) ressalta que muitas vezes o indivíduo pode não ter vivenciado experiências que o proporcione construir uma base de informações relevantes sobre o novo conteúdo apresentado, não tendo uma experiência formativa que o proporcionasse a construção do conhecimento que seria necessário nessa ocasião, causando dificuldade para relacionar as informações úteis ao processo.

Nesse sentido, Ausubel defende que não havendo subsunçores organizadores prévios devem servir de “âncoradouro provisório” para uma nova aprendizagem e levem ao desenvolvimento de conceitos, ideias e proposições relevantes que facilitem a aprendizagem subsequente (MOREIRA, 2012). Os organizadores prévios são uma estratégia de Ausubel para manipular a estrutura cognitiva a fim de facilitar a aprendizagem significativa.

Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes o material de aprendizagem em si. Contrariamente a sumários que são, de um modo geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade (MOREIRA, 2012, p. 2).

Os organizadores prévios servem como uma ponte entre o que o indivíduo já conhece e o que ele deveria aprender, a fim de que o novo conteúdo possa ser aprendido de forma significativa. “Ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas” (MOREIRA, 2012, p. 2).

Moreira (2012) reforça que organizador prévio é um instrumento apresentado a um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Segundo o autor, pode ser enunciada, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação e/ou uma aula que preceda um conjunto de outras aulas.

São muitas as possibilidades, assim é importante que o material introdutório seja mais abrangente, geral e inclusivo que o material de aprendizagem. Logo, é fundamental que o

professor mediador propicie situações que relacionem, identifiquem e reorganizem os saberes prévios do indivíduo motivando-o para que interaja e se apropriem de um novo saber.

Contrastando com AS, tem-se também na estrutura cognitiva do sujeito a aprendizagem mecânica, na qual Ausubel define como sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma relação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Assim o novo conhecimento é armazenado de maneira arbitrária: não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada (MOREIRA, 2012).

Segundo Moreira (2012), essa é a aprendizagem que mais ocorre nas escolas. Uma aprendizagem sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e é esquecida logo após. Porém, segundo o autor a AS e aprendizagem mecânica estão ao longo de um mesmo contínuo, não constituindo uma dicotomia.

Assim, deve-se considerar necessária a aquisição de uma aprendizagem mecânica por um indivíduo numa área de conhecimento que antes não tinha nenhuma informação prévia. Isso pode ser fundamental para ocorrência da aprendizagem, pois à medida que as novas informações adquirem relevância de conhecimentos numa mesma área da estrutura cognitiva, surgem os subsunçores, porém, menos elaborados. Ao passo que a aprendizagem evolui de forma significativa, os subsunçores se tornam mais elaborados e com capacidade de ancorar novas informações (MOREIRA; MASINI, 2006 *apud* SARAIVA; VASCONCELOS e BARROSO, 2018, p. 37).

Conforme as ideias acima apresentadas, a AS e a aprendizagem mecânica ocorrem de forma contínua não sendo possível separá-las ou individualizá-las.

Moreira (2012, p. 12) salienta que a existência desse contínuo entre a AS e aprendizagem mecânica demanda alguns esclarecimentos:

a passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica pois ao final do processo a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica;

a aprendizagem significativa é progressiva, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato. Ao contrário, é progressivo, com rupturas e continuidades e pode ser bastante longo, analogamente ao que sugere Vergnaud (1990) em relação ao domínio de um campo conceitual;

aprendizagem significativa depende da captação de significados (Gowin, 1981), um processo que envolve uma negociação de significados entre discente e docente e que pode ser longo. É também uma ilusão pensar que uma boa explicação, uma aula “bem dada” e um aluno “aplicado” são condições suficientes para uma aprendizagem significativa. O significado é a parte mais estável do sentido e este depende do domínio progressivo de situações-problema, situações de aprendizagem (MOREIRA, 2012, p. 12).

De acordo com as ideias apresentadas acima, existe uma continuidade entre essas aprendizagens, ocorrendo de forma contínua ou em paralelo. Aprender de forma significativa não quer dizer que o conhecimento nunca será esquecido, o esquecimento pode ocorrer nas duas aprendizagens. A diferença é que na aprendizagem mecânica, o esquecimento é rápido e quase total, já na AS ocorre de forma residual (MOREIRA, 2011). Assim, quando novos conhecimentos estabelecerem relações com os resíduos, uma reaprendizagem pode acontecer, mesmo se a informação original for esquecida.

É importante ressaltar que cada indivíduo faz uma filtragem do que tem significado para si próprio. Isso muda de pessoa para pessoa, pois o que pode ser significativo para um, pode não ser para o outro. Diante disso, Moreira (2010) levanta o questionamento de como os professores podem promover a AS de maneira crítica.

2.6.1 Aprendizagem Significativa Crítica

Essa teoria desenvolvida por Moreira (2010) se baseia na TAS de Ausubel na qual expõe alguns princípios de como a aprendizagem ausubeliana pode ser crítica e apresenta algumas ideias e estratégias facilitadoras para que a mesma ocorra. Nessa perspectiva, o sujeito torna-se crítico a medida em que o processo de aprendizagem lhe proporciona momentos de reflexões e questionamentos a acerca de que os conhecimentos são construções humanas produto de suas percepções e observações.

Em resumo, entende-se que a Aprendizagem Significativa Crítica “é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela” (MOREIRA, 2010, p. 7). Sendo através dessa aprendizagem “o aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias”.

Diante disso, Moreira (2010) elenca onze princípios facilitadores para uma possível ocorrência de Aprendizagem Significativa Crítica:

1º Princípio do conhecimento prévio. Aprendemos a partir do que já sabemos.

Para o autor, “a aprendizagem Significativa no sentido de captar e internalizar significados socialmente construídos e contextualmente aceitos, é o primeiro passo, ou condição prévia, para uma aprendizagem significativa crítica” (MOREIRA, 2010, p. 8).

2º Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.

Esse princípio ocorre quando aluno e professor compartilham significados em relação aos materiais educativos do currículo. Esse compartilhamento de significados resulta da negociação de significados entre professor e aluno, na qual, deve envolver uma permanente troca de perguntas ao invés de respostas. Segundo Moreira (2010), este princípio não deve negar momentos explicativos em que o professor expõe um assunto ou explique algo. É fundamental que professor e aluno tenham uma postura dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada enquanto falam e ouvem.

3º Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais.

A utilização de materiais diversificados e cuidadosamente selecionados ao invés de centralizar em um único livro é também um princípio facilitador da aprendizagem. Para o autor, não se trata de banir o livro didático, mas de considera-lo um dentre vários materiais educativos. “Seguramente, há bons livros didáticos em qualquer disciplina, mas adotar um único como livro de texto, vai contra a facilitação da aprendizagem significativa crítica” (MOREIRA, 2010, p.10).

4º Princípio do aprendiz como perceptor/representador.

Nesse princípio o aprendiz é um receptor/representador, pois ele percebe o mundo e o representa, de modo que, tudo que ele recebe ele percebe e representa em função das suas percepções prévias. “A aprendizagem significativa crítica implica a percepção crítica e só pode ser facilitada se o aluno for, de fato, tratado como um perceptor do mundo e, portanto, do que lhe for ensinado, e a partir daí um representador do mundo, e do que lhe ensinamos” (MOREIRA, 2010, p.11).

5º Princípio do conhecimento como linguagem.

A linguagem representa a individualidade da percepção da realidade, sendo que, esta percepção aumenta à medida que uma nova linguagem é apreendida. “Praticamente tudo o que chamamos de "conhecimento" é linguagem. Isso significa que a chave da compreensão de um "conhecimento", ou de um "conteúdo" é conhecer sua linguagem” (MOREIRA, 2010, p. 11).

Aprender de maneira significativa e crítica sobre ciência é, sobretudo, internalizar um conjunto próprios de sua linguagem através da negociação de significados permitindo ao sujeito falar e pensar sobre o mundo com a óptica da ciência. Aprendê-la de maneira crítica é perceber essa nova linguagem como uma nova maneira de perceber o mundo.

6º Princípio da consciência semântica.

Esse princípio implica várias conscientizações, dentre elas é que o significado está nas pessoas, não nas palavras. Ou seja, o sujeito atribui às palavras significados baseados em suas experiências. Esse princípio, apesar de abstrato, é muito importante para o processo de ensino e aprendizagem. Assim, o significado de uma palavra é resultado de uma atitude que o sujeito escolhe aprender de forma significativa e crítica ou de forma mecânica, sem atribuições de significados.

7º Princípio da aprendizagem pelo erro.

Nesse princípio leva-se em consideração que o ser humano erra o tempo todo, sendo de sua natureza isso acontecer. Diante disso, o homem aprende corrigindo seus erros, considerando-se errado pensar que a certeza existe e a verdade é absoluta e que o conhecimento é permanente. Ao observar a História da Ciência, vê-se que o conhecimento humano é construído através da superação do erro. Na Aprendizagem Significativa Crítica buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender de forma crítica rejeitando certezas e encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação.

8º Princípio da desaprendizagem.

Para aprender de maneira significativa é fundamental relacionar o conhecimento prévio com o novo conhecimento. Todavia, há casos em que o conhecimento prévio se torna um obstáculo na captação de novos significados, nesse caso, faz-se necessário uma desaprendizagem, não no sentido de esquecer o que se sabe, já que isso é impossível desaprender algo que foi aprendido significativamente. Esta desaprendizagem ou esquecimento seletivo de algo irrelevante no conhecimento prévio para adquirir um novo conhecimento torna a aprendizagem significativa e crítica.

9º Princípio da incerteza do conhecimento.

Esse princípio resume alguns dos princípios anteriores, sobretudo, os relacionados com a linguagem, uma vez que, a visão de mundo que se tem, têm-se a partir das definições, perguntas e metáforas, as quais são criadas pelo homem. Diante disso, a visão acerca de um objeto de conhecimento depende de como são formuladas tais perguntas e criadas tais definições e metáforas.

A aprendizagem significativa destes três elementos só será crítica quando o aprendiz perceber que as definições são invenções, ou criações, humanas, e que tudo que sabe-se tem origem em perguntas e que todo conhecimento é metafórico (MOREIRA, 2010).

10º Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.

O quadro-de-giz, nesse princípio, simboliza o ensino transmissivo, na qual o professor escreve no quadro, os alunos copiam, decoram e reproduzem. Esse é um ensino anti-aprendizagem significativa e anti-crítico. É apologia da aprendizagem mecânica, porém, ainda predomina nas escolas. Moreira (2010) defende que bani-lo não resolve o problema se o aluno não for o protagonista.

Defende ainda que a não utilização do quadro-de-giz leva naturalmente ao uso de estratégias colaborativas, seminários, projetos, pesquisas, discussões, painéis, dentre outros. O uso dessas distintas estratégias facilita a implementação dos outros princípios em sala de aula, bem como, a atividade mediadora do professor. “O uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam um ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica” (MOREIRA, 2010, p. 18).

11º Princípio do abandono da narrativa. De deixar o aluno falar.

Esse princípio é complementar ao princípio da não utilização do quadro-de-giz que, por sua vez, é complementar ao da não centralidade do livro de texto e objetiva não transmitir ao estudante a ilusão da certeza, uma vez que, existe a troca do professor falar menos e o aluno falar mais. Todavia, se dá em um processo tendo o professor como mediador e o aluno como agente ativo no processo de aprendizagem.

Isso implica no uso de estratégias que proporcione aos sujeitos discutir, negociar significados entre si, apresentar oralmente ao grande grupo o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas. “O princípio do abandono da narrativa implica a busca de outras maneiras de ensinar, nas quais, metaforicamente, o professor fale menos, narre menos, e o aluno fale mais, participe criticamente de sua aprendizagem” (MOREIRA, 2010, p. 20).

A verificação de indícios da AS se deu por meio de questionários (inicial e final) que foram aplicados no início da investigação e ao final e também pelas apresentações de seminários durante a realização da Situação de Estudo proposta nessa pesquisa. Como forma de avaliar as apresentações de seminários, utilizou-se os princípios da Aprendizagem Significativa Crítica proposta por Moreira (2010), devido a relação de alguns desses princípios com a técnica de seminários.

2.7 Situação de Estudo

O desenvolvimento de Situações de Estudo (SE) foi proposto pelo Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências (Gippec-Unijuí), no final dos anos 1990 e início dos anos 2000. Tinham como finalidade a reformulação curricular na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e apresentavam ainda a proposta de reconfiguração curricular considerando o contexto da universidade e da escola (VIEIRA *et al.*, 2017).

Baseados nas ideias concernentes aos documentos oficiais sobre a educação: LDBEM/1996, PCNEM/1998, PCN+/2002 e as diretrizes curriculares há necessidade de romper com o ensino centrado em transmitir informações, decorar fórmulas e regras, sem qualquer ligação com o cotidiano dos alunos, restando apenas o uso da memorização na prática de ensino (WHARTA *et al.*, 2014).

Nesse sentido, essa proposta denominada Situação de Estudo (SE) “visa romper com a forma linear dos conteúdos escolares, de modo a desenvolver compreensões intercomplementares e interdisciplinares e que considerem o cotidiano dos estudantes” (BOFF, ROSIN e DEL PINO, 2012). Conforme a proposta do grupo, a mudança na Educação Básica só seria bem-sucedida se ocorressem modificações na formação inicial dos professores.

Corroborando com esse pensamento, Maldaner e Zanon (2004) defendem que os professores em exercício não podem deixar de participar das mudanças concernentes ao ensino, visto que, sem os mesmos não existirá mudanças nas práticas escolares. Afinal, são os professores que conhecem a realidade em que atuam e a necessidade de seus alunos.

Para os autores, a situação de estudo pode favorecer o trabalho docente ao utilizar a vivência dos alunos para a construção de uma aprendizagem interdisciplinar e significativa.

Pensamos que a *situação de estudo* possa contemplar essa complexidade que é o trabalho pedagógico escolar. Pelo fato de partir da vivência social dos alunos, ela facilita a interação pedagógica necessária à construção da for a interdisciplinar de pensamento e à produção da aprendizagem significativa. Na medida em que se tornarem regulares os processos de desenvolvimento de sucessivas *situações de estudo*, em cada ambiente escolar, de forma dinamicamente articulada, espera-se que seja progressivamente superada a linearidade, a fragmentação e o diretivismo que caracterizam a forma tradicional de organização do ensino em ciências, ainda bastante centrada no seguimento dos mesmos programas prontos e repetitivos (MALDANER e ZANON, 2004, p. 48).

Para superar essa linearidade e fragmentação no ensino de Ciências, as Situações de Estudo podem romper, na prática, com o modo quase que exclusivamente disciplinar, podendo tratar aspectos vivenciais pelos alunos e possibilitar a dinamicidade e articulação entre os saberes. “É essa vivência trazida para dentro da sala de aula que dinamiza e articulam as inter-relações entre saberes, temas, conteúdos, conceitos, procedimentos, valores, atitudes, nos

contextos de interação interdisciplinar, em uma situação de estudo” (MALDANER e ZANON, 2004, p. 49).

De acordo com Maldaner (2007), a Situação de Estudo é uma proposta de ensino tangível que relaciona a experiência cotidiana do estudante com o saber científico, possuindo aspectos conceituais enriquecidos em várias áreas das Ciências, de maneira a propiciar a análise interdisciplinar e criar as interligações transdisciplinares.

As Situações de Estudo (SE) são configurações curriculares que contribuem para a construção de significados dentro do contexto escolar de modo a ultrapassar limites impostos pelos manuais didáticos e enfrentar a fragmentação disciplinar (GEHLEN, 2006).

Na SE o processo de ensino e aprendizagem corresponde a uma proposta curricular que parte de uma situação prática ligada ao contexto vivenciado pelo discente, considerando, sobretudo suas experiências de vida e seus conhecimentos.

Nas SE estão sendo desenvolvidos estudos sistemáticos voltados para as experiências de vida dos alunos relacionando-os com os conteúdos estudados em sala de aula. Ao relacionar situações contextuais, problematizando-as, pode ser criado um ambiente favorável à abordagem e significação de conceitos científicos. Desta forma, faz-se necessário um trabalho coletivo de todos os envolvidos, desde os professores universitários (considerados formadores de professores), professores da escola (em formação continuada) e licenciandos (formação inicial de professores) (ARAÚJO *et al.*, 2005 *apud* GEHLEN, 2006, p. 44).

Para qualquer um desses públicos, a escolha cuidadosa de uma SE permite trabalhar temas relacionados ao cotidiano, possibilitando uma construção de pensamentos químicos e não apenas um acúmulo de conhecimentos. Em sala de aula, propicia que os alunos participem mais das aulas, problematizem com outras questões o tema abordado, consultem fontes e adquiram linguagens e conceitos próprios das Ciências (VIANNA, RIBAS e MALDANER, 2011).

O desenvolvimento da SE em sala de aula é considerado em três etapas: 1) Problematização: busca e explicação do primeiro entendimento que os alunos têm sobre a problemática e assim, trabalhar para construção de novos conhecimentos; 2) Primeira elaboração: remete para textos de aprofundamento, de atividades que vão induzir um trabalho de finalização e socialização; 3) Função da elaboração e compreensão conceitual: se enquadra com o nível conceitual atribuído a cada ciclo de estudos, ou à série, e a volta ao problema em foco (AUTH, 2002).

Nessa pesquisa, foi escolhida a Situação de Estudo (SE) proposta por Maldaner *et al.*, (2007), na qual as atividades foram executadas pelos licenciandos e mediada pela pesquisadora.

As atividades foram executadas de modo que os temas em estudo fossem transmitidos numa perspectiva gradual de profundidade e especificidade.

Para execução da Sequência de Estudo as estratégias de mediação envolveram o uso de um livro de divulgação científica: “*Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História*” dos autores Penny Le Couteur e Jay Burreson, bem como, estratégias de ensinagem, leituras dos capítulos do livro, aula expositiva dialogada, aula prática e seminários.

De maneira detalhada, a Situação de Estudo (SE) de Maldaner *et al.*, (2007 *apud* Lima, 2017) é descrita abaixo de acordo com as três etapas a serem desenvolvidas em sala de aula:

Problematização: nessa primeira etapa da SE, o professor tem o papel de diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos e assim, a problematização tem a finalidade de motivar o educando para o enfrentamento e superação de suas limitações conceituais, levando-os a reconhecerem as suas necessidades de novas informações para interpretar, descrever e inferir generalizações a respeito do conteúdo abordado.

Primeira elaboração: na segunda etapa, são propostas atividades de aprofundamento sobre os termos que foram abordados na primeira etapa. Durante essas atividades, o professor passa a mediar o tema migrando para uma perspectiva científica. As questões propostas neste estágio enfatizam os termos chaves recorrentes nas etapas seguintes, conduzindo para uma evolução conceitual na estrutura mental do aprendiz.

Nessa etapa, o professor inicia a abordagem de conceitos científicos, visto que o discurso por parte do discente nem sempre estará ancorado em um contexto estritamente científico. Assim, para que haja evolução, os alunos precisam estar participando ativamente na organização de seus conhecimentos e na autoconscientização da necessidade de novos conhecimentos para interpretação e descrição do problema.

Elaboração e compreensão conceitual: volta-se para o tema inicialmente proposto na primeira fase da problematização, mas agora utilizando linguagem científica mediante o uso de símbolos e fórmulas que representam os conceitos e seus respectivos empregos contextualizados.

“Ao se apropriar desses conceitos, o educando demonstra mudança de entendimento através da construção representativa da nova organização mental e suas inter-relações” (LIMA, 2017, p. 49). Desta forma, ao se constatar que foram validas as concepções acerca do que está no âmbito do cotidiano, bem como a aplicação do novo conhecimento adquirido, chega ao que Moreira (2011) chama de Aprendizagem Significativa.

Nessa etapa, a capacidade de generalização é desenvolvida dando aos estudantes, condições de inferir sobre condições semelhantes ou com um contexto mais amplo fundamentada em sua nova concepção científica. O desenvolvimento da pesquisa estará melhor detalhado no capítulo metodológico onde serão descritas cada etapa.

3. METODOLOGIA

Abordam-se nesse capítulo os procedimentos metodológicos que foram adotados nesta pesquisa. Descrevem-se estratégias para investigação e aspectos qualitativos do tipo estudo de caso, como também o campo e sujeitos envolvidos, instrumentos de coletas de dados e descrição das etapas da pesquisa.

3.1 Abordagem qualitativa e estudo de caso

Esse estudo foi pautado numa abordagem qualitativa, que segundo Ludke e André (1986), é uma modalidade de investigação que surgiu no final do século XIX devido a necessidade de um modelo diferente da perspectiva positivista aplicada na época em pesquisas de ciências físicas e naturais. Esta visa, um modelo para estudar fenômenos humanos e/ou sociais numa tentativa de investigar suas relações e conseguir as mudanças nas atitudes dos indivíduos.

Ludke e André (2001, p.18) ressaltam que esse tipo de pesquisa se desenvolve “numa situação natural, é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada” possibilitando assim, ao longo da pesquisa que os instrumentos possam ser revistos e/ou readaptados adequando-se a uma melhor necessidade do pesquisador.

Segundo Godoy (1995, p.62) “a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental”. Complementa que “aqui o pesquisador deve aprender a usar sua própria pessoa como o instrumento mais confiável de observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados”.

Marques (2010) aponta cinco principais características que definem uma pesquisa qualitativa, baseadas nos estudos de Bogdan e Biklen (1982 *apud* LUDKE E ANDRÉ, 2001, p. 11-12).

1. *A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento:* uma vez que o pesquisador está em contato direto e “in loco” com a situação e em alguns casos com os indivíduos envolvidos nas pesquisas podendo observar e posteriormente inferir em algumas análises já que o ambiente forma, como um todo, um contexto;
2. *Os dados coletados são predominantemente descritivos:* o material obtido na pesquisa inclui descrições dos acontecimentos, observações, transcrições de entrevistas, questionários, desenhos entre outros o permite subsidiar alguns tipos de análises e/ ou descobertas, bem como esclarecer algum ponto de vista.

3. *A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto:* essa característica da pesquisa qualitativa é interessante, pois ao partir de uma pergunta de investigação ou problema, as possíveis respostas irão surgir durante o processo, ou seja, como determinado problema se manifesta nos procedimentos e nas atividades propostas ou, muitas vezes, atividades do cotidiano do ambiente estudado.
4. O “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador: ao propor algumas vezes um tema de discussão sobre determinado assunto, cada pessoa expressa seu ponto de vista de acordo com suas vivências e experiências, permitindo uma visão do dinamismo das situações. No entanto o pesquisador deve permanecer alerta para com as ideias dos participantes quanto a sua validade de maneira, quando possível, confrontá-las ou corroborá-las com ideias semelhantes ou incoerentes.
5. *A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo:* ao analisar dados qualitativos o pesquisador deve permanecer imparcial quanto ao seu levantamento inicial de hipóteses; o foco inicial da pesquisa permanece em um universo amplo de ideias que no decorrer das análises passam a ser restritos e específicos. (BOGDAN E BIKLEN, 1982 *apud* LUDKE E ANDRÉ, 2001, p. 11-12).

Assim, na pesquisa qualitativa o pesquisador tem uma forte influência durante a investigação, sendo ele o principal instrumento na coleta dos dados. O mesmo identifica e delimita o problema a ser estudado partindo de observações do público investigado tendo sobretudo, uma valorização entre o contato direto do pesquisador com o ambiente e a situação estudada.

Godoy (1995) reafirma que no enfoque qualitativo o pesquisador é o instrumento-chave; o ambiente é a fonte direta dos dados; não requer o uso de técnicas e métodos estatísticos; tem caráter descritivo; o resultado não é o foco da abordagem, mas sim o processo e seu significado, sendo, desta forma, o objetivo principal a interpretação do fenômeno objeto de estudo.

Na abordagem qualitativa, segundo Minayo (2001), trabalha-se com um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, correspondendo a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos. Nas pesquisas que trabalham com pessoas, suas falas e respostas são ricas e reveladoras, leva-se em consideração o respeito ainda pelas suas crenças, valores e opiniões. Nesse tipo de abordagem representativa, condiciona-se ao estudo do fenômeno de maneira que possa atingir o objetivo da pesquisa.

Bogdan e Biklen (1994) corroboram com os autores citados anteriormente, considerando que a pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador têm contato direto a tudo que ocorre ao longo do processo. Nesse tipo de pesquisa admite-se que o comportamento humano é influenciado pelo contexto e os dados obtidos são predominantemente descritivos, podendo ser transcrições de entrevistas, depoimentos, notas de

campo, fotografias entre outros. Preocupa-se em analisar os processos vivenciados e não apenas os produtos finais.

A pesquisa qualitativa pode ter como método investigativo o estudo de caso. Trata-se de “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (YIN, 2005, p. 32). “[...] o estudo de caso permite que uma investigação retenha as características holísticas e significativas dos eventos da vida real” (Yin, 1984, p.3).

Pesquisas que adotam o estudo de caso devem ser aprofundadas ao máximo, para abranger os detalhes que permitam uma visão ampla do caso em estudo, não sendo uma tarefa fácil, devido a gama de informações que possivelmente surjam durante a investigação (GIL, 2008).

Segundo Sá e Queiroz (2010), o estudo de caso deriva do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), do inglês *Problem Based Learning* (PBL), tendo origem na década de sessenta na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, Canadá. Esse método tem o aluno como sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem ao colocá-lo frente a situações cotidianas, objetivando o desenvolvimento do senso crítico, capacidade de solucionar problemas, retendo o conhecimento científico e tecnológico sobre a temática em questão.

Os autores consideram ainda que o estudo de caso “[...] oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas de complexidade variável” (SÁ e QUEIROZ, 2010, p. 12).

O estudo de caso “visa a investigação de um caso específico, bem delimitado, contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar uma busca circunstanciada de informações” (VENTURA, 2007, p. 2). Contribui para o conhecimento dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais, políticos, psicológicos, ciência política, negócios, trabalho social e planejamento (YIN, 1983).

Algumas tarefas são indispensáveis para o bom andamento do estudo de caso onde o pesquisador tem papel fundamental apoiando e mediando os participantes a analisarem o problema, buscarem informações sobre o assunto, considerarem possíveis soluções para a problemática, além de instigar a reflexão sobre as consequências das decisões tomadas, tentando sempre motivar os alunos a aprenderem, pois a motivação e pré-disposição a aprender

é um fator indispensável para o sucesso desse método (SÁ e QUEIROZ, 2010). Esse fato está ligado à TAS já que é uma das condições para esta é a pré-disposição para aprender.

3.2 Campo e sujeitos da pesquisa

A pesquisa ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Maracanaú com 21 graduandos devidamente matriculados no curso de Licenciatura em Química no período letivo 2018.2. O município de Maracanaú integra a Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará.

A turma escolhida para a pesquisa cursava a disciplina de História da Química, 40h/a de carga horária total, ofertada no segundo semestre do curso de licenciatura, não sendo necessário pré-requisito para que a mesma seja cursada.

A intervenção ocorreu na segunda etapa do período corrente da disciplina. Com o propósito de conhecer a turma, bem como acompanhar os conteúdos iniciais ministrados pelo professor da disciplina, houve observação das aulas no início do período letivo 2018.2 e uma breve apresentação do projeto aos licenciandos, para que os mesmos pudessem conhecer sobre a pesquisa.

Por se tratar de uma pesquisa envolvendo seres humanos, procurou-se atender às exigências do Comitê de Ética em Pesquisa (CEM), conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Assim, no primeiro encontro da pesquisa foi solicitado aos alunos participantes que assinassem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A), autorizando a sua participação e esclarecendo os aspectos relativos à concretização da pesquisa.

Para análise dos dados, os participantes receberam uma identificação através da letra E (estudante) e dos números de 1 a 21, com o intuito de preservar o anonimato da pesquisa. Assim, estando em conformidade com a resolução do (CNS) 196/96 que adota em seu âmbito a prevenção de procedimentos que assegurem privacidade e confiabilidade da pesquisa. Essa forma de identificação deixa os participantes mais à vontade no decorrer do processo de investigação.

3.3 Instrumentos de Coletas de Dados

Como instrumentos para coleta de dados adotou-se o uso de questionários, seminários e entrevista semiestruturada.

Em pesquisas que adotam o estudo de caso como metodologia é utilizada sempre mais de uma técnica para coletar os dados. Segundo Gil (2002), a obtenção de dados através de diversos procedimentos é fundamental para garantir a confiabilidade e qualidade dos dados obtidos. Ainda segundo o autor, esses resultados devem ser provenientes da convergência e divergência das análises do que se está pesquisando, conferindo assim, confiabilidade dos dados e evitando possíveis subjetividades do pesquisador.

Nesse sentido, o uso de questionários buscou traduzir os objetivos da pesquisa em questões específicas. As mesmas proporcionaram coletar dados que caracterizam os sujeitos da pesquisa e/ou testam as hipóteses que foram construídas durante o planejamento da pesquisa.

Assim, a construção do questionário precisa ser reconhecida como um procedimento técnico cuja elaboração requer uma série de cuidado, tais como: constatação de sua eficácia para verificação dos objetivos; determinação da forma e do conteúdo das questões; quantidade e ordenação das questões; construção das alternativas; apresentação do questionário e pré-teste do questionário (GIL, 2008, p. 121).

Nessa pesquisa, o uso de questionários teve uma importância fundamental para coleta de dados, visto que, proporcionaram analisar melhor os conhecimentos da turma através da aplicação do questionário inicial (APÊNDICE B) e final (APÊNDICE C). Foi aplicado também um questionário de avaliação metodológica (APÊNDICE D) com os estudantes sobre a estratégia metodológica utilizada: Situação de Estudo.

O uso de seminários também permite avaliar o desenvolvimento os participantes através de critérios presentes na ficha de avaliação dos seminários, áudios gravados e anotações da pesquisadora, consoante alcançar os objetivos da pesquisa. A ficha de avaliação dos seminários se encontra no APÊNDICE F.

Fez-se ainda uma entrevista semiestruturada com o professor titular da turma com o intuito de conhecer sua percepção sobre a disciplina de História da Química, importância da mesma no curso de licenciatura e saber como esta é ministrada, conforme as perguntas apresentadas no APÊNDICE G. O uso de entrevista é uma fonte de coleta de dados de estudo de caso (YIN, 2005).

A entrevista aconteceu da seguinte maneira: aplicação individual, abertura do participante para escolher dia, horário e local; esclarecimento sobre as questões presentes na entrevista; gravação da fala e transcrição pela pesquisadora; devolução do texto transcrito para que o professor entrevistado confirmasse ou alterasse o teor da fala gravada.

Segundo Triviños (1987) sobre entrevista semiestruturada:

[...], é um dos principais meios que tem o investigador para realizar a Coleta de Dados. [...], ao mesmo tempo em que valoriza a presença do investigador, oferece todas as perspectivas possíveis para que o informante alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a investigação (TRIVIÑOS, 1987, p. 145-146).

Esse instrumento de análise possibilita que o participante exponha sua opinião de forma mais aberta e clara. Não é necessário seguir uma ordem na elaboração das perguntas, dependendo assim, das respostas ou discussões ao longo da entrevista apresentada pelo entrevistado (FLICK, 2004).

3.4 Descrição das Etapas da Pesquisa

As atividades foram desenvolvidas durante os meses de Fevereiro e Março/2019 através de sete (7) encontros de 2h/a subdivididos em três etapas da Situação de Estudo. O contato com a turma se deu no início do semestre 2018.2 letivo em outubro de 2018. Esse contato foi importante por proporcionar uma melhor familiarização com a turma e para que soubessem como se daria a disciplina ao longo do semestre. Metade da carga horária total foi para aplicação dessa investigação.

A seguir será detalhado cada encontro:

3.4.1 Primeira etapa *problematização*

1º encontro: Na primeira aula fez-se uma apresentação geral da pesquisa de forma explicativa utilizando *datashow*. Em seguida, leu-se com a turma o TCLE para que os participantes tivessem noção de como seria a pesquisa e como os dados seriam analisados.

Em seguida, os participantes responderam a um Questionário Inicial (APÊNDICE B), a fim de levantar informações dos conhecimentos prévios sobre aplicação e importância da Química no cotidiano; sobre a História da Química; contextualização no Ensino de Química e sobre técnica de ensinagem: seminário. Os dados obtidos nessa etapa foram organizados, tabelados e analisados no capítulo seguinte desse trabalho.

Na apresentação geral foram mostrados os seguintes pontos:

Apresentação da pesquisadora; Escolha da temática; O que é uma Situação de Estudo (SE); Formas de Avaliação; Cronograma da pesquisa; Diferença de livro didático, paradidático e de divulgação científica; Apresentação geral do livro “*Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*”; introdução; breve resumo dos compostos e formas estruturais das moléculas abordadas no livro; Convite para ler o capítulo 2: Ácido ascórbico. Tema da aula seguinte.

Nesse encontro, os alunos foram instigados a conhecer o livro para dar continuidade aos encontros seguintes da investigação, onde buscou-se atender o que é defendido por Moreira (2011), que deve partir do aluno o interesse em aprender.

3.4.2 Segunda etapa *primeira elaboração*

Trata-se mais profundamente sobre o assunto explorado na investigação numa perspectiva mais científica. Nessa fase, propõem-se atividades de aprofundamento sobre os termos abordados na primeira etapa a fim de proporcionar uma evolução conceitual na estrutura cognitiva do aluno.

2º encontro: Nesse encontro, explorou-se o capítulo 2 – ácido ascórbico do livro em estudo através de uma aula expositiva-dialogada. Buscou-se explorar toda a parte histórica trazida no capítulo, quanto as doenças ocasionadas pela falta de Vitamina C na alimentação; a descoberta das vitaminas, seus tipos e funções, com ênfase na vitamina C, suas propriedades químicas, fontes alimentares e a importância da molécula na sociedade atual.

Ao final da aula, separou-se as equipes para as apresentações de seminários (os alunos ficaram livres para montarem sua equipe) e os temas dos capítulos selecionados do livro foram sorteados de forma aleatória. Em seguida, explicou-se a ficha de avaliação dos seminários (APÊNDICE F).

O cuidado em repassar todas essas informações previamente, foi pela precaução em dar mais tempo para os alunos lessem o livro e se debruçassem na história, fizessem pesquisas e/ou tirassem dúvidas sobre algum assunto que não compreenderam. Assim teriam mais tempo para se programarem para as respectivas apresentações.

3º encontro: O terceiro encontro da sequência, constituiu de uma atividade prática no Laboratório de Química da própria instituição. A fim de proporcionar um aprofundamento conceitual, fazendo jus a esta etapa da pesquisa e contextualizar os conhecimentos dos estudantes, propôs-se uma aula prática para quantificação de vitamina C em alguns alimentos do cotidiano.

Para essa atividade, foram preparados previamente os reagentes (Figuras 1 e 2), que foram utilizados pelos alunos para a aula prática. Foi entregue o roteiro (APÊNDICE E) para que os alunos seguissem. O roteiro foi referenciado conforme (SILVA, FERREIRA e SILVA, 1995; COELHO *et al.*, 2009) e teve como objetivo determinar a quantidade de Vitamina C presente em sucos de frutas e comprimido efervescente pelo método de titulação.

Figura 1 - Sucos para análise da quantificação de Vitamina C



Fonte: Autora (2019).

Figura 2 - Materiais e vidrarias utilizadas.



Fonte: Autora (2019).

Para essa atividade, foram preparados previamente os materiais e reagentes (Figuras 1 e 2), que foram utilizados pelos alunos para a aula prática. Foi entregue o roteiro (APÊNDICE E) para que os alunos seguissem. O roteiro foi referenciado conforme (SILVA, FERREIRA e SILVA, 1995; COELHO *et al.*, 2009) e teve como objetivo determinar a quantidade de Vitamina C presente em sucos de frutas e comprimido efervescente pelo método de titulação.

Esse experimento tem a finalidade de determinar o conteúdo de vitamina C em certos alimentos pela titulação da solução com uma forma solúvel do iodeto em água, I_3^- . Quando a Vitamina C é oxidada pelo iodo, I_2 , torna-se reduzido para I^- . Quando o ponto final é alcançado (toda Vitamina C é oxidada), o excesso de I_2 vai reagir com um indicador amido para formar um complexo amido-iodado que é azul escuro (COELHO *et al.*, 2009).

A problematização dessa prática em quantificar a vitamina C contida em alimentos do cotidiano, relaciona-se com o capítulo de ácido ascórbico do 2º encontro em que os autores

fazem uma correlação entre a história referindo a doença escorbuto a falta de vitamina C presente nos alimentos das grandes navegações.

Na prática, através do método de iodimetria, os alunos puderam calcular a quantidade presente de vitamina C contida em sucos de frutas naturais (laranja, limão), sucos de caixa industrializados (maracujá e laranja) e também de comprimido efervescente. Ao final, fizeram uma comparação de qual alimentos tinha maior quantidade de vitamina C.

Na realização da prática, os alunos ficavam livres para analisar o suco (natural ou industrializado) de sua preferência e também analisar a solução de comprimido efervescente para que pudessem comparar os valores da quantificação.

No momento da realização da prática, em virtude do espaço físico do laboratório, a turma foi dividida em dois grupos que por sua vez foram rearranjados em equipes. Ao final da prática, foi solicitado um relatório da experimentação contendo os resultados obtidos por cada equipe e a resolução das cinco questões de reorganização de conceitos do roteiro como forma de avaliação da aprendizagem dos participantes.

3.4.3 Terceira etapa, elaboração e compreensão conceitual

Nessa etapa, ocorre a sistematização de conceitos e são propostos novas situações que apresentem explicações de cunho científico. Foi utilizado como estratégia de ensino, apresentações de seminários tendo como texto base os capítulos do livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”* descritos no tópico 2.4.2.

Para apresentação dos sete (7) seminários cada equipe ficou responsável por apresentar um capítulo. Cada aluno, além de apresentar o capítulo com a equipe, como nota adicional a disciplina de História da Química, fizeram resumos dos capítulos apresentados pelos colegas.

A turma se dividiu em sete (7) equipes para apresentações de seminários, sendo cinco (5) equipes formadas por quatro (4) participantes, uma formada por cinco (5) participantes e uma formada por dois (2) participantes. A divisão se justifica desta forma, pois a turma tem no total 27 alunos e todos tiveram que apresentar, já que os seminários faziam parte da composição das notas da disciplina de História da Química.

Ressalta-se que a divisão das equipes aconteceu no segundo encontro e que os alunos ficaram livres para tal e, em seguida, foi feito o sorteio dos capítulos selecionados do livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história.”* A organização das datas de apresentações ficou na responsabilidade da pesquisadora, que conforme Anastasiou e Alves (2004) cabe ao professor organizar o calendário para as apresentações dos trabalhos, bem como organizar o espaço físico para favorecer o diálogo entre os participantes.

Foi apresentado aos estudantes a ficha de avaliação dos critérios dos seminários para uma melhor programação da forma como eles seriam avaliados. Foi pedido ainda que os alunos fizessem anotações das apresentações das outras equipes, que de acordo com Anastasiou e Alves (2004), no desenvolvimento pode ser solicitado que os alunos façam relatórios de maneira individual ou em grupo, ficando a critério do professor. Nessa pesquisa, os relatórios foram individuais.

Cada equipe teve vinte (20) minutos para apresentação e dez (10) minutos para comentários, dúvidas e debates por parte da pesquisadora, do professor titular e da turma, em que “os grupos são avaliados e exercem também a função de avaliadores” (ANASTASIOU e ALVES, 2004).

As apresentações dos seminários aconteceram nos seguintes encontros:

4º Encontro: Capítulos 10 (Remédios Milagrosos) e 13 (Morfina, Nicotina e Cafeína);

5º Encontro: Capítulos 3 (Glicose) e 7 (Fenol);

6º Encontro: Capítulos 15 (Sal) e 16 (Compostos Cloro carbônicos);

7º Encontro: Capítulo 8 (Isopreno).

Ainda no sétimo e último encontro, após a apresentação do seminário da última equipe, fez-se um *feedback* sobre os assuntos abordados ao longo de todas as aulas. Após aplicou-se com a turma o Questionário Final (APÊNDICE C) como forma de mensurar indícios de aprendizagem significativa e o Questionário de Avaliação Metodológica (APÊNDICE D).

O capítulo seguinte trata dos resultados e discussões obtidos através da aplicação da SE.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta a análise e discussão dos dados obtidos nesta pesquisa buscando fazer um paralelo com o referencial teórico. Visando sequenciar as etapas da Situação de Estudo aplicada, optou-se por subdividir esse capítulo em sessões tituladas como: Análise do Questionário Inicial – 1ª etapa: Problematização; Análise da 2ª etapa da SE (Aula expositiva e aula prática no laboratório); Análise da 3ª etapa da SE: Elaboração e Compreensão Conceitual (Seminários); Comparação entre Questionário Inicial (QI) e Questionário Final (QF) e por fim, Análise do Questionário de Avaliação Metodológica.

Por motivos de baixa assiduidade e/ou evasão, somente serão analisados os dados de 21 dos 27 alunos matriculados, sendo estes os que participaram de todas as atividades desenvolvidas ao longo da implementação da SE. Como forma de manter o anonimato dos estudantes, optou-se por representá-los pela letra “E” associado aos números “1, 2, 3, ..., 21”.

Dos participantes da pesquisa, (12) doze alunos são do sexo Masculino e (9) nove do sexo Feminino, com idades que variavam entre 18 anos e 38 anos.

4.1 Dados referente ao Questionário Inicial – Primeira etapa: Problematização

Na SE, a primeira etapa chamada de problematização relaciona-se ao levantamento e a organização de conhecimentos prévios dos sujeitos participantes e implicou em preparação para a nova temática que posteriormente fora apresentada envolvendo a História da Química dentro da disciplina em estudo.

Buscou-se por meio do questionário inicial identificar os conhecimentos prévios dos estudantes como forma de facilitar o processo de ensino e aprendizagem sobre o tema em questão. Os saberes prévios ao serem considerados faz jus a TAS de Ausubel que segundo Moreira (2011) é o fator mais relevante na determinação do processo de ensino-aprendizagem. O conhecimento prévio é um componente que influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos (MOREIRA, 2011).

Ausubel defende que a aprendizagem ocorre por meio da relação entre os saberes já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo e as informações absorvidas a partir da interação com o meio. Tais ideias prévias armazenadas na estrutura cognitiva do aprendiz são denominadas como “subsunçores” (MOREIRA e MASINI, 2006).

Assim, considera-se que uma informação é aprendida de maneira significativa a medida que constitui uma relação com outras ideias previamente disponíveis na estrutura mental do aprendiz e proporcione futuras inclusões.

Para identificar o conhecimento prévio dos participantes foi utilizado como instrumento um questionário inicial (Apêndice B), contendo 11 questões divididas da seguinte forma: sete questões sobre História da Química; três questões sobre contextualização no ensino de Química e uma questão sobre técnica de ensino - seminário.

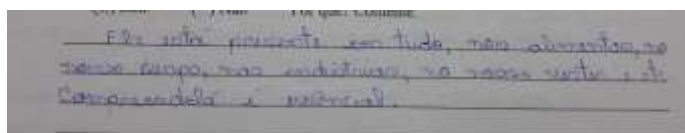
Todas as respostas foram analisadas individualmente para composição dos resultados dessa pesquisa. O critério de seleção das respostas dos sujeitos se deu, sobretudo, dos que apresentavam maior complexidade nas respostas; os que escreveram com mais robustez, na

qual respostas vagas (equivocadas/ sem fundamento) foram descartadas a fim de análise desta pesquisa.

Inicialmente, buscou-se compreender a importância da ciência Química para os participantes. A primeira pergunta subjetiva foi a seguinte: ***Você acha que a Química tem papel importante no seu cotidiano?***

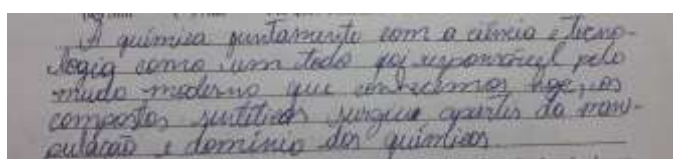
Verificou-se que 100% dos discentes consideram que a Química é importante no cotidiano e exemplificaram de diversas maneiras. Nessa questão apesar de todos concordarem da importância dessa ciência, houve bastantes respostas vagas e pouco comentadas pelos participantes. Conforme as transcrições abaixo:

E₂



“Ela está presente em tudo, nos alimentos, no nosso corpo, nas indústrias, no nosso vestir e etc. Compreendê-la é essencial.”

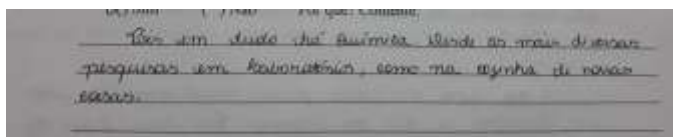
E₈



“A química juntamente com a ciência e tecnologia como um todo foi responsável pelo mundo moderno que conhecemos hoje, os compostos sintéticos surgiu “apartir” da

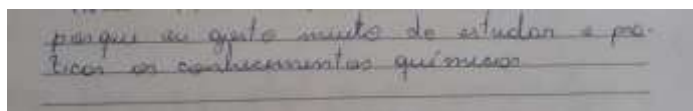
manipulação e domínio dos químicos.”

E₁₂



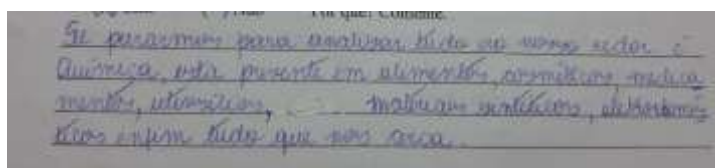
“Pois em tudo há Química. Desde as mais diversas pesquisas em laboratórios, como na cozinha de nossas casas.”

E₁₃



“por que eu gosto de estudar e praticar os conhecimentos químicos.”

E₂₁



“Se pararmos para analisar tudo ao nosso redor é Química, esta presente em alimentos, cosméticos, medicamentos, utensílios, materiais sintéticos, eletrodomésticos enfim

tudo que nos cerca.”

Segundo Aragão (2008), a ciência Química tenta compreender a Natureza, saber explicá-la e controlá-la utilizando seus benefícios para gerar um avanço significativo na civilização humana. “No passado utilizavam-se os materiais existentes na Natureza, mas com o desenvolvimento da química as matérias-primas passaram a ser transformadas, dando origem a outros materiais” (ARAGÃO, 2008, p. 5).

Ao longo dos anos aprendeu-se através de conhecimentos químicos a produzir vidro, a fermentar o sumo das frutas para obtenção do álcool, usar fibras de linho, lã, seda, algodão, controlar a pureza da água, a usar técnicas de análises para diversas doenças, a sintetizar compostos orgânicos, além de promover um bem estar social, dentre outros (ARAGÃO, 2008).

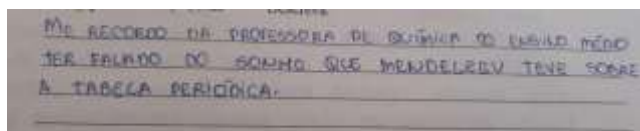
A Química tem a sua importância por estar presente no dia a dia das pessoas (CHASSOT, 2004).

Conforme as respostas dos discentes todos reconhecem que a ciência Química está presente nas mais diversas áreas da sociedade, sobretudo ressaltaram sua eficácia nas mais diversificadas áreas sociais e o quanto seu conhecimento é importante para o bem comum social. Como ressalta o estudante E₂₁ a Química está presente desde a parte alimentícia, medicamentos, cosméticos e utensílios como os produtos eletrodomésticos onde os mesmos causaram uma enorme revolução na sociedade, principalmente na refrigeração e conservação de alimentos, carnes e frutas.

A segunda questão trouxe a seguinte indagação: ***“Ao longo da sua formação (ensino médio e graduação), você se lembra de alguma aula onde o contexto histórico químico foi relacionado ao conteúdo/conceito durante a abordagem pelo seu professor?”***

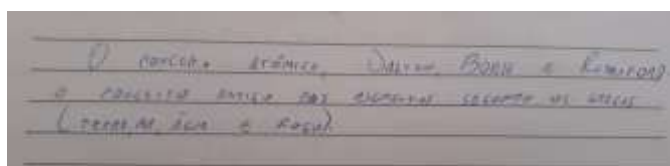
Verificou-se que 76,20% responderam que sim e 23,80% respondeu que não. Conforme as transcrições à seguir:

E₂₀



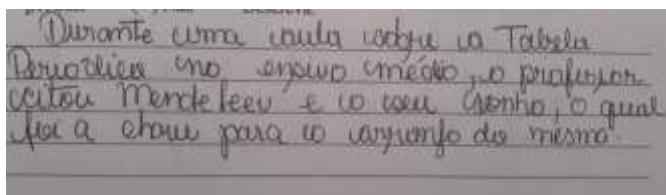
“Me recordo da professora de química no ensino médio ter falado do sonho que Mendeleev teve sobre a tabela periódica.”

E₅



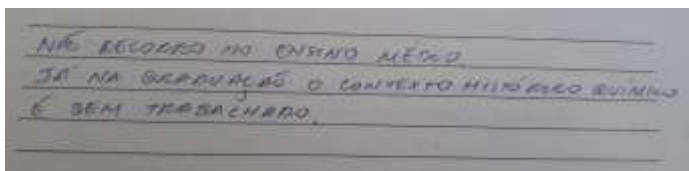
“O conceito atômico, Dalton, Borh e Rutherford. O conceito antigo dos elementos segundo os gregos (terra, ar, água e fogo).”

E₉



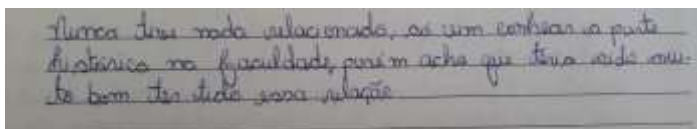
“Durante uma aula sobre Tabela Periódica no ensino médio, o professor citou Mendeleev e o seu sonho, o qual foi a chave para o arranjo da mesma.”

E₁₆



“Não recordo no ensino médio. Já na graduação o contexto histórico químico é bem trabalhado.”

E₁



“Nunca tive nada relacionado, só vim conhecer a parte histórica na faculdade, porém acho que teria sido muito bom ter tido essa relação.”

Conforme Callegário *et al.*, (2015), a História da Ciência pode ser um importante recurso didático utilizado para motivar o processo de aprendizagem dos alunos, tornando as aulas mais interessantes ao humanizar a visão da ciência mostrando-a como um processo e não como um produto acabado. Isso pode promover uma melhor compreensão da construção do conhecimento científico ao longo do tempo.

Segundo Silva e Pataca (2018), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2016) que vem sendo discutida no Brasil, reafirma a necessidade de um ensino de Química com uma perspectiva sócio histórica, para que o estudante compreenda o nascimento das teorias e suas controvérsias. Para os autores, a ideia de humanização da ciência e da formação humanística do indivíduo está diretamente ligada a forma como o conhecimento é apresentado em sala de aula.

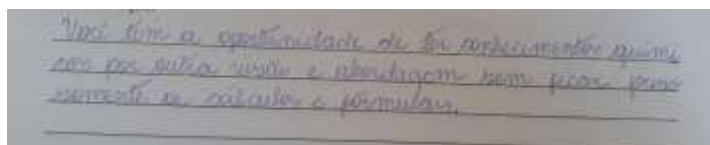
De acordo com as respostas dos participantes, um número considerável relatou que teve alguma aula, sobretudo no ensino médio, na qual a parte histórica do assunto ministrado foi abordada junto com o conteúdo, principalmente relacionado ao conteúdo de Tabela Periódica, como destacado nas falas dos estudantes E₂₀ e E₉. Foram citados também os conteúdos de modelos atômicos e sobre os armamentos químicos presentes nas guerras. Em contra partida, alguns participantes relataram não se lembrar de que a história foi ensinada juntamente com a parte teórica dos conteúdos.

Atrelar os contextos históricos do desenvolvimento de uma teoria e dos conceitos científicos químicos é uma alternativa em voga para proporcionar o rompimento de uma visão dogmática da ciência por parte dos estudantes.

A terceira questão pergunta: **“Para você, qual a importância da disciplina de História da Química em sua graduação?”**

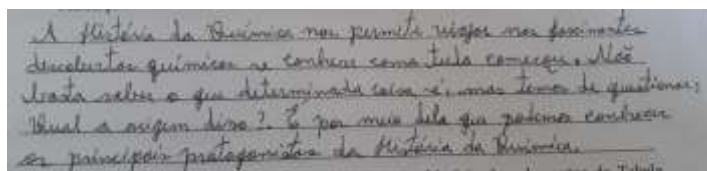
Verificou-se que 95,23% dos participantes respondeu ser muito relevante e apenas 4,77% respondeu ter pouca relevância. Conforme as transcrições à seguir:

E₂₁:



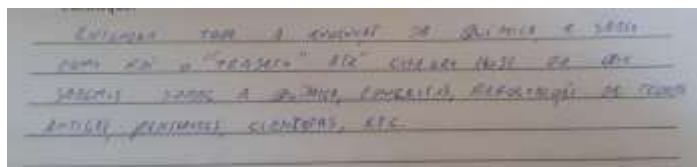
“Você tem a oportunidade de ter conhecimentos químicos por outra visão e abordagem sem ficar preso somente a cálculos e fórmulas.”

E₁₁:



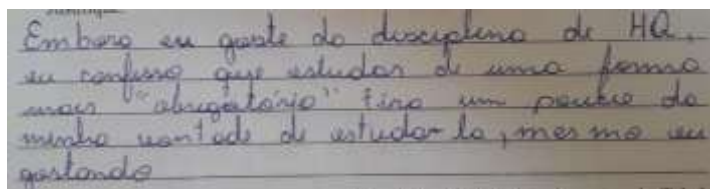
questionar: Qual a origem disso? É por meio dela que podemos conhecer os principais protagonistas da História da Química.”

E₅:



“Entender toda a evolução da Química e saber como foi o “trajeto” até chegar hoje ao que sabemos sobre a Química, conceitos, refutações de teorias antigas, pensadores, cientistas, etc.”

E₁₃:



“Embora eu goste da disciplina de HQ, eu confesso que estudar de uma forma mais “obrigatória” tira um pouco da minha vontade de estudá-la, mesmo eu gostando.”

A História da Química como disciplina na formação de professores tem sido atrelada ao currículo no que diz respeito à formação humanística do docente. Nos currículos essa importância se dá, sobretudo, ao proporcionar uma formação mais concreta de sua área de atuação, onde o professor poderá incorporar elementos que tratem da história articulando esses conhecimentos com os conteúdos estudados.

Pesquisas com enfoque nessa disciplina nos cursos de Química atribuem uma dimensão importante para a formação dos futuros docentes, no sentido de possibilitar um ensino de Química com maior significado, sendo a História da Química um dos elementos indispensáveis para a compreensão dos conteúdos específicos e para compreensão acerca da natureza da ciência (SANTOS, 2013).

A reflexão e estudo de temas relevantes referentes a questões filosóficas da Química, favorecem o desenvolvimentos de conhecimentos científicos e ainda auxiliam aos futuros docentes compreenderem de modo mais aprofundado os conteúdos a serem ensinados em sua prática docente, auxiliando-os a identificarem dificuldades de aprendizagem dos discentes, de modo que estejam capacitados a preparar e conduzir atividades que promovam uma aprendizagem mais significativa para os alunos na disciplina de Química (ERDURAM; ADÚRIZ-BRAVO e NAAMAM, 2007; HIRAYAMA, 2015).

As Diretrizes Curriculares para o curso de Licenciatura em Química, especificam algumas habilidades em relação ao entendimento e conhecimento de História da Química que os futuros professores devem adquirir durante sua formação.

Em relação à formação pessoal, o documento indica que o professor deve “ter uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção” e em relação a compreensão da Química, o documento sugere que o licenciando deve: “reconhecer a Química como uma construção humana, compreendendo os aspectos históricos de sua produção e suas relações com os contextos cultural, socioeconômico e político” (BRASIL, 2001, p. 6).

Segundo Guarnieri e Gatti (2017), a formação de professores tem sido tema de diversas pesquisas abordando sobre a importância da aproximação da História e Filosofia da Ciência (FHC) para a melhoria do ensino, tanto na educação básica quanto a nível superior.

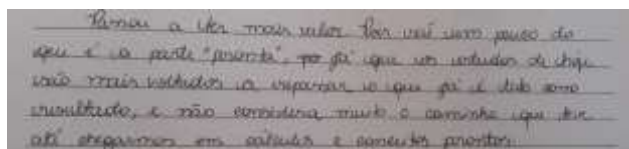
Nessa pesquisa, é significativo o número de participantes que responderam que essa disciplina é relevante em seu curso, sobretudo em sua prática docente, como apontam os estudantes E₂₁; E₁₁ e E₅. Apenas o participante E₁₃ considerou pouco relevante pelo fato de ser uma disciplina obrigatória, torna-se desmotivante estudá-la.

É bastante comum haver desinteresse no processo de ensino e aprendizagem em relação a História da Química, sobretudo com alunos do ensino médio (ZABOT e FOLLADOR, 2014). Porém, se tratando de alunos no curso de licenciatura esse fator torna-se ainda mais preocupante, pois o mesmo será um futuro professor e é essencial que elementos da História da Química sejam inseridos em sua prática docente.

Na quarta questão foi perguntado: ***“Ao estudar sobre a História da Química: (Alquimia, história dos elementos da Tabela Periódica, Química Moderna, dentre outros conteúdos) sua impressão sobre essa ciência mudou?”***

Verificou-se que 85,72% dos participantes responderam que sim e 14,28% respondeu que não. Conforme as transcrições à seguir:

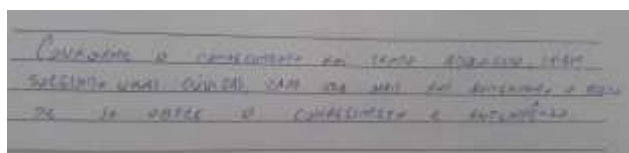
E₁₂:



“Passou a ter mais valor. Pois sai da parte “pronta”, já que os estudos de hoje são mais voltados a repassar o que já é tido como resultado, e não considera muito o caminho que teve até chegarmos em

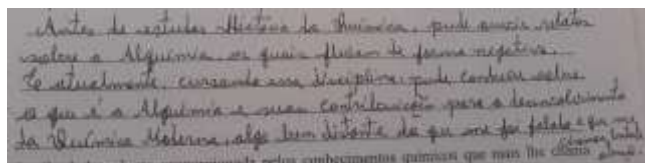
cálculos e conceitos prontos.”

E₅:



“Conforme o conhecimento foi sendo adquirido, iriam surgindo novas dúvidas, cada vez mais foi aumentando o desejo de se saber obter o conhecimento e entendê-lo.”

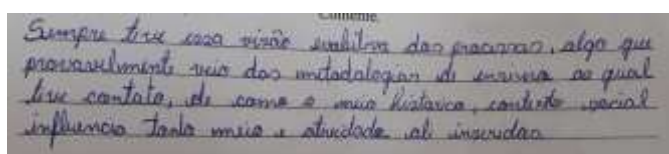
E₁₁:



“Antes de estudar História da Química, pude ouvir relatos sobre a Alquimia, os quais fluíam de forma negativa. E atualmente, cursando essa disciplina, pude conhecer sobre o que é a Alquimia e

suas contribuições para o desenvolvimento da Química Moderna, algo bem distante do que me foi falado e que me chamou bastante atenção.”

E₃:



“Sempre tive essa visão evolutiva dos processos, algo que provavelmente veio das metodologias de ensino ao qual tive contato, de como o meio histórico, contexto social influencia todo meio e

atividade ali inseridas.”

A maioria das respostas ressaltam o quanto essa disciplina pode contribuir para sua compreensão da História da Química. Observando sua ementa, percebe-se o quanto a mesma dá suporte ao docente para que seja introduzido nas aulas os conhecimentos necessários para ampliar e até mesmo desmistificar ideias equivocadas acerca da ciência e da construção dos conhecimentos científicos.

É válido ressaltar a resposta do participante E₁₁, na qual discorre que a História da Química desconstruiu e desmistificou uma concepção errônea sobre Alquimia e a influência

desta para a ciência Química. Corroborando com esse pensamento, “a introdução da História da Ciência nos cursos de licenciatura seria um meio de levar os futuros educadores a compreenderem como ocorre a construção dos conhecimento científico e como a aceitação de uma ideia científica não está sujeita unicamente ao seu valor intrínseco” (FERREIRA e FERREIRA, 2010, p. 4). Fatores sociais, políticos, religiosos e filosóficos influenciam diretamente em todo o processo. Um estudo adequado sobre a história seria uma forma de evitar diversos equívocos históricos como o citado anteriormente.

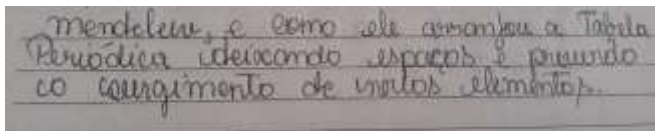
De acordo com a fala do participante E₁₂ ao estudar sobre a história, a Química passou a ter mais valor *“pois saí da parte “pronta”, já que os estudos de hoje são mais voltados a repassar o que já é tido como resultado”*, esse pensamento possivelmente resulta de uma educação mais tradicional, memorística e tecnicista, onde o aluno recebe o conhecimento de maneira passiva, livre de significados.

Segundo Ferreira e Ferreira (2010), frequentemente os conteúdos são ensinados descontextualizados e repassados de maneira pronta. Para os autores, esse tipo de abordagem fortalece a ideia de que as teorias e os conhecimentos científicos são algo dado e estatístico. Os discentes aprendem os resultados de investigações feitas pelos pesquisadores, porém desconhecem sua motivação, gênese, desenvolvimento e aplicação, quer no passado como atualmente.

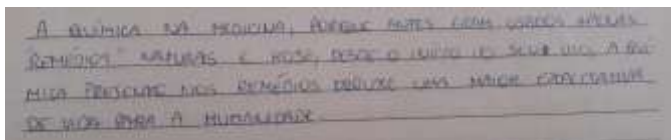
Ainda considerando a resposta do participante E₁₂, a disciplina de História da Química, proporciona aos futuros docentes conhecer de uma maneira mais completa o percurso de construção dos conhecimentos científicos ao proporcionar um estudo mais abrangente desses conhecimentos. Fato que nem sempre acontece na educação básica devido a diversos fatores, desde o despreparo dos professores e devido também a forma simplista que o livro didático aborda a História da Química. Desta forma, ainda é bastante comum estudantes tanto de nível superior, e principalmente da educação básica, possuírem uma noção fragmentada e distorcida de conhecimentos científicos.

Na questão cinco foi perguntado: ***“Qual descoberta proporcionada pelos conhecimentos químicos que mais lhe chama atenção?”***

Nessa questão as respostas foram diversificadas. Verificou-se que 38,09% responderam sobre a descoberta de elementos químicos e da tabela periódica; 19,04% algo relacionado à descobertas de medicamentos e na cura de algumas doenças; 19,04% responderam sobre a descoberta da radioatividade e 23,80% deram respostas vagas e pouco fundamentadas. Conforme as transcrições à seguir:

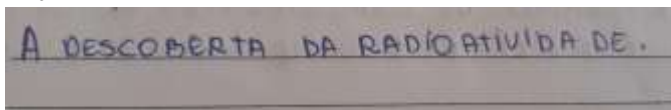
E₉


“Mendeleiev, e como ele arranjou a Tabela Periódica deixando espaços e prevendo o surgimento de novos elementos.”

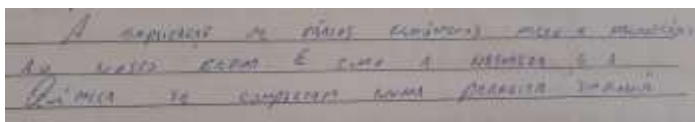
E₁₈


“A Química na medicina, porque antes eram usados apenas “remédios” naturais e hoje, desde o início do seu uso, a Química presente nos remédios trouxe uma maior expectativa de vida

para a humanidade.”

E₂₀


“A descoberta da radioatividade.”

E₅


“A explicação de vários fenômenos micro e macroscópico ao nosso redor. E como a natureza e a Química se completam numa perfeita “sinfonia”.”

Viana, Pereira e Oki (2011), fizeram um levantamento das concepções prévias de estudantes em uma disciplina de História de Química. O questionário objetivava diagnosticar expectativas em relação à disciplina; revelar possíveis implicações da História da Química para o ensino; tabular os químicos que os estudantes lembram e identificar os episódios históricos da química considerados mais significativos.

Com ênfase no último objetivo, verificou-se que os participantes também responderam com mais frequências que os episódios históricos que mais chamam atenção foram os modelos atômicos, organização da tabela periódica, radioatividade, Lavoisier e a Química Moderna e desastres ambientais. Segundo os autores, uma das justificativas dessas respostas se deve ao fato de que esses são um dos poucos assuntos dentro da Química que são discutidos com alusão à História da Ciência (VIANA; PEREIRA e OKI, 2011).

De acordo com as respostas dos participantes dessa pesquisa, a maioria (38,04%) responderam descobertas relacionadas sobretudo, aos elementos químicos e ao arranjo dos mesmos na tabela periódica, citando apenas como descobridor o famoso Dmitri Mendeleiev. Interessante também que muitos alunos (19,04%) citaram a descoberta da radioatividade, mas não deram detalhes sobre essa descoberta e nenhum de seus descobridores.

Já 23,80% responderam essa pergunta de maneira vaga. Por exemplo, o aluno E₁₇ respondeu apenas com a palavra “*catalizadores*” e o E₁₃: “*Há várias, mas eu tenho um maior apreço pela Química de Laboratório*”.

Apesar de alguns alunos terem apresentado dificuldade na resolução dessa questão, percebeu-se que a maioria têm uma boa base de conhecimentos sobre a História da Química, apresentando, desta forma, subsunçores que corroboram com novas aprendizagens que serão abordadas na situação de estudo. Os subsunçores permitem dar significados a um novo conhecimento apresentado ou descoberto pelos estudantes (MOREIRA, 2012).

A TAS destaca a importância do conhecimento prévio dos discentes como um fator isolado mais relevante no processo de aprendizagem (MOREIRA, 2008). A fim de complementar essa questão, a próxima pergunta, questão seis faz a seguinte indagação: “*Com base na questão anterior, você acredita que essa descoberta influenciou de que forma na sociedade?*”

As respostas foram também diversificadas ao tentarem relacionar as duas questões. Conforme as transcrições à seguir:

E₉

“*Influenciou a maneira de se olhar a Química, antes confusa e desarrumada, agora precisa, polida e estruturada.*”

E₁₉

“*influenciou de forma positiva, porque pessoas doentes agora podem ser curadas.*”

E₂₀

“*Sim. Tanto de forma positiva quanto negativa. Quando foi descoberto, por não se saber que o mesmo era prejudicial a vida, muitas pessoas foram contaminadas e morreram. Porém, provocou um certo avanço na medicina nos tratamentos com*

radiação.”

E₁₃

“*sim, pois é no laboratório que fazemos nossos estudos mais importantes.*”

Segundo Reis, Silva e Buza (2012), a incorporação da História da Ciência no ensino contribui para que haja mudança da imagem da ciência como algo muito metódico, mas visa aproximar a ciência da realidade dos alunos, para que estes possam compreendê-la de fato e adquirirem um pensamento mais crítico dentro da sociedade.

A resposta do participante E₂₀ demonstra uma visão mais crítica sobre a construção dos conhecimentos científicos, ao demonstrar pontos positivos e negativos e as implicações ocasionadas na sociedade. Conforme afirmam Oki e Moradilo (2008), a inserção da História da Química possibilita ao discente a compreensão do desenvolvimento do processo dessa Ciência.

De acordo com as respostas dos participantes, alguns alunos ainda responderam de maneira equivocada essas duas questões. Por exemplo, os discentes E₉ e E₁₃ apresentaram uma visão fragilizada e distorcida da ciência. É bastante comum esse tipo de pensamento do E₁₃, onde a ciência, e principalmente a Química, é vista como uma ciência inquestionável através do uso de métodos científicos ou visto através do senso-comum, como retratado na fala do E₉.

Nessa primeira etapa da Situação de Estudo (SE) é comum que as respostas dos alunos não estejam ancoradas em um contexto estritamente científico (MALDANER *et al.*, 2007). Nessa etapa, o professor diagnostica o que os alunos pensam e sabem sobre um determinado tema e os motiva para superação e limitações conceituais, levando-os a reconhecer a necessidade de buscar novas informações.

Na TAS, o subsunçor pode ser um símbolo, uma imagem, uma afirmação, construtos pessoais, até mesmo uma fórmula, algo que faça sentido perante o estudo realizado. A medida que o conhecimento prévio serve de base para a nova informação, modifica-se. Assim, a aquisição de novos conhecimentos não se dá pela quantidade de informações recebidas, mas sim, pela interação e relação que será ocasionada (MOREIRA, 2011; AUSUBEL, 2003).

Os alunos já tinham estudado uma parte da ementa da disciplina de História da Química, bem como, possuem conhecimentos do ensino médio e fundamental que abordam alguns conteúdos que introduzem conceitos científicos ligados a História da Química. Na TAS, a individualidade de cada pessoa deve ser respeitada e a motivação deve ser promovida dentro do ensino de forma que os alunos devem ser também responsáveis pela sua própria aprendizagem (SILVEIRA, 2018).

A questão de número sete trouxe a seguinte indagação: ***“Você já teve alguma aula (ensino médio ou graduação) com algum livro de divulgação científica ⁶que não fizesse parte dos livros didáticos normalmente utilizados?”***

Num universo de 21 participantes, (17) dezessete respondeu que não, equivalendo a 80,95% das respostas e (4) quatro respondeu que sim, o que equivale a 19,05%. Conforme as descrições abaixo:

E₁₇:

() Sim	(X) Não	Comente.
		As aulas sempre foram nos livros didáticos, professor em sala, sem práticas laboratoriais.

“As aulas sempre foram nos livros didáticos, professor em sala, sem práticas laboratoriais.”

E₁₆:

(X) Sim	() Não	Comente.
		UM CIENTISTA NA COZINHA
		A TEORIA DE TUDO
		O HOMEM QUE MATOU O CARRO ELÉTRICO.

*“Um cientista na cozinha
A teoria de tudo
O homem que matou o carro elétrico”*

Os livros e textos de divulgação científica têm sido amplamente discutido na área da educação como capazes de complementar o uso de materiais didáticos. Segundo Ferreira e Queiroz (2012), as diversas pesquisas sobre o uso de materiais de divulgação científica se alicerçam na importância que deve ser dada às práticas em sala de aula, visando facilitar o saber científico, bem como, contribuir para a formação de hábitos e atitudes nos estudantes após a saída das escolas e universidades.

Logo, algumas das várias definições de literatura de divulgação científica “uma obra literária é um texto bem escrito, cujo valor (variável) descansa em sua capacidade de refletir as preocupações humanas vigentes” (MORA, 2003, p. 78 apud SIMON, 2009). Ainda seguindo essa autora:

A divulgação é uma tarefa que não admite apenas uma definição (...). Para alguns, divulgar continua sendo traduzir. Para outros, ensinar de forma amena ou informar de um modo acessível. Fala-se também que divulgar é tentar reintegrar a ciência na cultura. Optemos por (...) divulgar é recriar, de alguma maneira, o conhecimento científico (MORA, 2003, p.9 apud SIMON, 2009).

Algumas estratégias didáticas que valorizam o contato dos alunos com os diferentes tipos de textos científicos podem trazer diversos benefícios, tais como: acesso a uma maior diversidade de informações; desenvolvimento de habilidades de leitura e domínio de conceitos;

⁶ Antes de responderem o questionário inicial foi explicado o significado desse tipo de livro para os alunos.

formas de argumentação e elementos de terminologia científica (MARTINS *et al.*, 2001 *apud* FERREIRA e QUEIROZ, 2012).

Nessa pesquisa, a maioria dos estudantes responderam não ter aulas com materiais desse tipo. A fala do E₁₇ resumiu as respostas obtidas de terem aulas mais tradicionais apenas com o livro didático. Os alunos que responderam “*sim*”, frisaram que esse uso foi principalmente no curso de licenciatura e não lembravam que no ensino médio tivesse conhecido algum livro assim. Na fala do participante E₁₆, o mesmo citou alguns exemplos de livros de divulgação científica que conhecia. O fato de já conhecer alguns exemplares pode ser uma boa forma de instigação para ler novos livros.

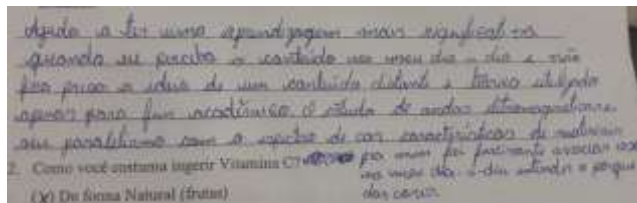
A discussão sobre essa questão vai além do que propôs-se nessa pesquisa, no entanto, alguns pontos relevantes sobre o resultado obtido de grande parte dos alunos não conhecerem ou até mesmo não terem aula com esse recurso didático não é algo incomum.

Em uma pesquisa realizada com docentes na formação inicial de professores, foram levantadas diversas questões, dentre as quais uma das dificuldades encontradas é o excesso de trabalho docente em forma de exigência de produção sobre suas próprias práticas acadêmicas e principalmente, a necessidade de se trabalhar com muitos conteúdos nas disciplinas dos cursos de formação de professores (STRACK; LOGUÉRCIO e DEL PINO, 2009).

Conforme a resposta do E₁₇, é bastante comum, sobretudo na educação básica aulas mais tradicionais e pouco experimentais. Segundo Lima (2017), nas aulas da educação básica as principais estratégias metodológicas são aulas expositivas e conteúdos fragmentados, sem muita importância para a formação do aluno cidadão.

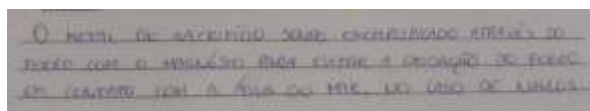
Diante disso, buscou-se analisar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito da contextualização no ensino de Química. Foi solicitado que os alunos respondessem três questões sobre esse assunto. A questão oito trouxe a seguinte indagação: ***“Sobre a contextualização no Ensino de Química, você acredita que essa abordagem seja importante?”*** Pediu-se que os alunos comentassem sobre sua experiência em algum dos conteúdos que estudaram.

Verificou-se que 95,23% dos participantes responderam que “*sim*” e 4,76% respondeu não saber do que se trata. Conforme as transcrições à seguir:

E₃

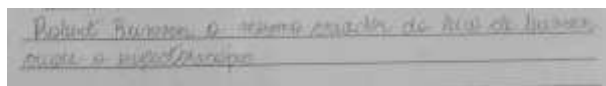
"Ajuda a ter uma aprendizagem mais significativa quando eu percebo o conteúdo no meu dia a dia e não fico preso a ideia de um conteúdo distante e teórico utilizado apenas para fins acadêmicos. O estudo de ondas eletromagnéticas e seu paralelismo

com o espectro de cor características de materiais pra mim foi fascinante associar isso no meu dia-a-dia entender o porque das cores."

E₁₃

"O metal de sacrifício sendo exemplificado através do ferro com o magnésio para evitar oxidação do ferro em contato com a água do

mar, no caso de navios."

E₂₁

"Robert Bunsen o mesmo criador do bico de bunsen criou o espectoscópio."

A contextualização no ensino de Química pode ser caracterizada como uma estratégia metodológica ou como um recurso facilitador de aplicação e compreensão de fatos ou situações de vida dos estudantes e conhecimentos formais escolares (SCAFI, 2010). É sobretudo, propiciar um ambiente de ensino em que os alunos apliquem os conhecimentos científicos em seu cotidiano.

Esse assunto têm sido defendido por pesquisadores, educadores e orientações oficiais como meio norteador de uma educação voltada para cidadania que possibilite aprendizagem significativa de conhecimentos científicos e intervenção consciente na sociedade por parte dos discentes (SILVA e MARCONES, 2010).

Silva e Marcones (2010), realizaram uma pesquisa com professores com objetivo de investigar os entendimentos destes a respeito de contextualização no ensino de Química. Os resultados demonstraram os professores tem entendimentos diferentes. Alguns reconhecem contextualização como uma abordagem que permite a descrição científica de fenômenos do cotidiano dos alunos; outros docentes entendem como uma mera exemplificação de contextos para ensinar o conteúdo escolar; outros poucos veem a contextualização como uma compreensão da realidade social e por fim, entendem também como um recurso de aproximação do conhecimento escolar aos conhecimentos já sabidos pelos discentes.

Os PCNEM reforçam que:

O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens

significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade (BRASIL, 1999, p. 79).

Conforme a citação acima, ao contextualizar os conhecimentos científicos escolares com o cotidiano dos discentes, estes saem da posição de agente passivo e passam dar significados mais consistentes aos novos saberes, mobilizando os conhecimentos já adquiridos ao longo de sua experiência de vida, seja de modo cultural, pessoal ou social.

De acordo com as respostas dos participantes, apesar da maioria vinte (20) alunos responderem ser importante, percebeu-se uma enorme dificuldade em relatar sobre experiências em algum nível de ensino que tenham experimentado. Por exemplo, o participante E₂₁, respondeu ser importante, mas ao exemplificar mostrou uma visão ingênua do que seria contextualização.

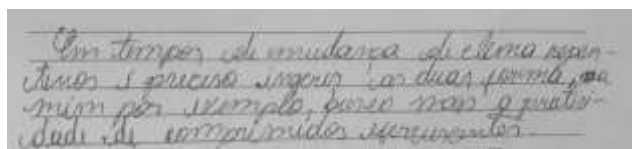
Outros alunos também apresentaram dificuldades em relatar: o estudante E₄ respondeu não saber o que é contextualização, o E₁₂ não recorda de nada específico, outros deixaram em branco ou deram respostas vagas sobre o relato. Logo, fez-se necessário um esclarecimento sobre o assunto, tanto para as próximas aulas da pesquisa como para futuras práticas docentes.

As duas próximas questões objetivaram verificar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do Ácido ascórbico, tema da aula seguinte da Situação de Estudo (início da segunda etapa Primeira Elaboração) onde foram propostos textos de aprofundamento sobre a temática a partir do livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”*. Desta forma, buscou-se perceber potenciais ancoradouros que serviriam como base para novos saberes sobre o tema.

A pergunta nove traz a seguinte indagação: ***“Como você costuma ingerir Vitamina C? De forma natural (frutas) ou industrializado (comprimidos efervescentes).”***

Verificou-se que 70,83% respondeu através de frutas e 29,17% marcou as duas opções, nenhum participante respondeu ingerir apenas através de comprimidos efervescentes. Conforme as transcrições à seguir:

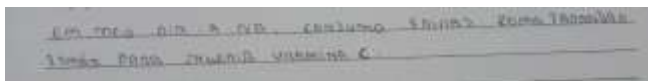
E₈



efervescentes.”

“Em tempos de mudança de clima repentinamente é preciso ingerir as duas formas, a mim por exemplo, busco mais a praticidade de comprimidos efervescentes.”

E₁₅



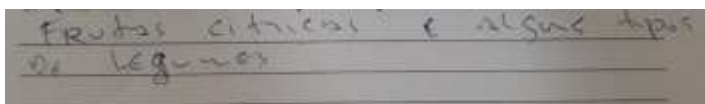
“Em meu dia-a-dia, consumo frutas como laranja e limão para ingerir vitamina C.”

As respostas dos participantes E₈ e E₁₅ resumem as demais, visto que a maioria respondeu ingerir através de frutas, sobretudo pela praticidade, economia, por conter várias outras vitaminas e por achar mais saboroso. Os que responderam ingerir das duas maneiras, disseram que em ocasiões esporádicas tomam comprimidos efervescentes, não sendo assim, uso contínuo.

Em continuidade a esse assunto, pediu-se que os alunos respondessem: ***“Quais alimentos naturais contêm apreciáveis quantidades de vitamina C?”***

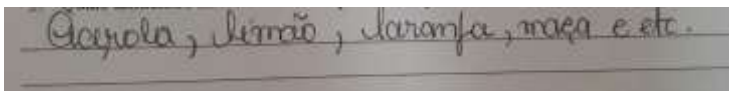
Todos os participantes responderam de maneira correta esse questionamento, citando vários exemplos de frutas e legumes facilmente encontrados no dia a dia e de fácil ingestão, seja de forma natural ou através de sucos, saladas e etc. Conforme as transcrições abaixo:

E₆:



“Frutas cítricas e alguns tipos de legumes.”

E₉:



“Acerola, limão, laranja, maçã e etc.”

A contextualização pode ser utilizada como uma estratégia de conhecer as ideias prévias dos discentes ligados à sua vivência para o ensino de conceitos científicos e se caracteriza pela relação entre o que o aluno sabe sobre o contexto a ser estudado e os conceitos específicos que servem de explicações e entendimentos da realidade (SILVA, 2007).

Segundo Moreira (2011), “o conhecimento prévio serve de ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando esses “se ancoram” em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva.”

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2012, p. 2).

Não-arbitrária quer dizer que o material potencialmente significativo não se relaciona com qualquer aspecto da estrutura cognitiva do aprendiz, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, chamados de subsunçores. E não-literal “significa que o que é

incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las” (MOREIRA, 2011, p.26).

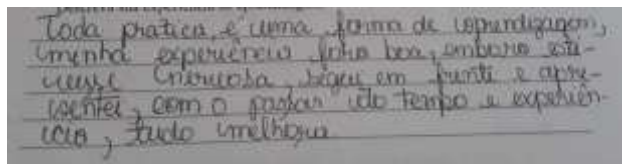
O material é potencialmente significativo para o aluno quando ele manifesta uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária à sua estrutura mental, e ao receber, tenta relacioná-la em subsunçores já existentes em sua estrutura cognitiva (LIMA, 2017).

De acordo com as respostas dos participantes, todos têm conhecimento do papel da Vitamina C para o organismo e todos conhecem pelo menos três frutas encontradas facilmente no dia a dia que possuem alguma quantidade da vitamina. Desta forma, percebe-se que os alunos têm algum conhecimento prévio sobre o assunto, facilitando assim, no processo de aprendizagem, pois os mesmos, a princípio, possuem subsunçores, que corroboram no processo de aprendizagem, fazendo jus a AS.

Por fim, pediu-se que os alunos **relatassem suas experiências ao apresentarem seminários ao longo de sua vida acadêmica**, visto que, essa seria uma das metodologias a serem utilizadas na disciplina de História da Química.

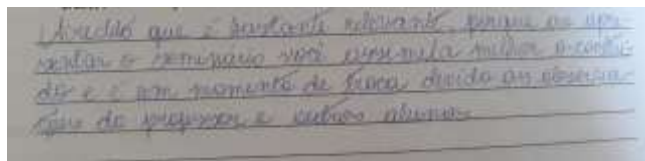
Todos os discentes (100%) responderam já ter apresentado seminários e descreveram suas experiências. As descrições abaixo resumem o que disse a maioria:

E₉:



“Toda prática é uma forma de aprendizagem, minha experiência foi boa, embora estivesse nervosa, segui em frente e apresentei, com o passar do tempo a experiência, tudo melhorou.”

E₂₁:



“Acredito que é bastante relevante, porque ao apresentar o seminário você assimila melhor o conteúdo e é um momento de troca devido as observações do professor e outros alunos.”

O seminário é uma estratégia de aprendizagem muito rica, na qual permite o desenvolvimento do estudante de diversas formas, sobretudo à sua capacidade de pesquisa, produção do conhecimento em grupo, organização de dado e ideias, de aplicação e comparação de novos fatos e a novas situações (MASSETO, 2003 apud SILVA, 2014).

Na literatura, o seminário é defendido como uma técnica de ensino que pode desenvolver no aluno a criatividade, autonomia e um maior aprendizado no processo de

organização do conhecimento onde o aluno seleciona pontos mais importantes a serem apresentados sobre a temática em estudo (PIRES, NUNES e ANDRIOLA, 2013).

Nessa pesquisa, todos os alunos já participaram de seminários em um algum momento de sua vida acadêmica, o que é um fator bastante positivo pois conhecem a técnica e como facilitar o processo de apresentações, organização da equipe na divisão de tempo e conteúdo. Na fala do discente E₂₁, percebe-se a maturidade em relação a essa técnica, onde há uma percepção de momentos de troca de conhecimentos entre os alunos e professor.

Conforme defende Pires, Nunes e Andriola (2013), a utilização dessas estratégias têm como vantagem a interação do professor com o aluno e que pode influenciar positivamente no processo de aprendizagem.

4.2 Análise da 2ª etapa da SE: Primeira Elaboração

Nessa etapa da SE, os alunos foram confrontados com suas concepções acerca do tema Ácido Ascórbico estudado através do livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”* migrando os conhecimentos para uma perspectiva científica através de uma aula expositiva e dialogada.

A aula foi elaborada utilizando como principal referência o capítulo 2 do referido livro e alguns artigos de apoio, onde os artigos embasaram, sobretudo na elaboração do roteiro da aula prática. Os principais conteúdos abordados na aula se referiram as doenças ocasionadas pela falta de Vitamina C na história do mundo; sobre os tipos e funções de vitaminas; a descoberta da Vitamina C e as implicações ocasionadas na história; propriedades químicas da vitamina C; fontes alimentares; quantidades necessárias e por fim, sobre sua importância na sociedade atualmente.

O docente através de aulas expositivas pode considerar os conhecimentos dos alunos para trabalhar significativamente os conteúdos que pretende ensinar, pois ao trabalhar com as explicações e dificuldades dos alunos sobre o assunto ensinado, o professor poderá alinhar as concepções prévias aos novos conhecimentos (GUIMARÃES, 2009).

No terceiro encontro, seguiu-se como atividade de aprofundamento sobre o tema, a realização de uma atividade experimental no laboratório de Química. O intuito foi facilitar a assimilação do assunto Ácido Ascórbico e assim contribuir para a construção do conhecimento químico e a aprendizagem significativa de conceitos relacionados a essa temática.

No laboratório, os alunos se mostraram bastante instigados para a realização da aula prática e assim, aprimorar seus conhecimentos sobre o assunto. A prática iniciou com a explicação do roteiro (APÊNDICE E) e dos cálculos para quantificar e comparar as quantidades de Vitamina C presente em cada amostra analisada.

Os alunos se dividiram em equipes para uma melhor organização dentro do laboratório e fizeram a análise em duplicadas. A atividade prática consistiu em os alunos quantificarem a quantidade de Vitamina C presente nos sucos de limão e laranja naturais, suco de maracujá e laranja de caixinha comercializados e uma solução de comprimido efervescente.

Todos os reagentes e materiais que seriam utilizados na prática já estavam preparados e organizados na bancada para a titulação. Desta forma, os alunos seguiram fazendo as análises das soluções e anotando os resultados obtidos.

Ao final da aula, pediu-se que cada equipe entregasse um relatório dos resultados obtidos, apresentando os cálculos da quantidade de Vitamina C encontrada nas amostras comparando seus valores e também a resolução de questões de reorganização de conceitos. As equipes tiveram um prazo de duas semanas após a aula prática para a entrega dos relatórios.

Todas as equipes entregaram os relatórios e os resultados foram satisfatórios. Após as correções constatou-se que 64% dos participantes realizaram todos os cálculos e perceberam em qual amostra continha mais vitamina C a partir de seus dados, discutindo de maneira não tão científica mas com um raciocínio correto a partir das discussões feitas e 36% anotaram os dados mas não fizeram uma discussão de resultados tão precisas. Em todos os relatórios entregues, os alunos resolveram corretamente as questões de reorganização dos conceitos, contida no final do APÊNDICE E.

Essas questões tinham o intuito de resumir, buscando uma linguagem científica todos os conteúdos abordados em sala e na prática no laboratório ao trazer questões gerais sobre o assunto, porém com respostas mais elaboradas. Na análise referente as respostas das equipes sobre essas questões revelou que os participantes conseguiram resolver de maneira correta as perguntas, partindo assim para uma evolução conceitual sobre o assunto.

Sobre os relatórios, segue algumas conclusões de acordo com as amostras analisadas dos sucos naturais, industrializados e comprimido efervescente feitas pelas equipes. Conforme as Figuras 3, 4 e 5:

Figura 3 - Conclusão do relatório dos participantes E8, E13 e E16

Com a análise laboratorial, utilizando-se do método da titulação, foi possível perceber as quantidades de ácido ascórbico presentes nas amostras de suco e comprimido efervescente. Percebe-se que a quantidade desse ácido no comprimido é bem maior que no suco de maracujá. Tal dado fica evidente quando se faz a titulação em ambos os casos: No suco de maracujá, utilizou-se menos iodo do que na solução do comprimido efervescente e a titulação do suco ocorreu mais rapidamente que na solução do comprimido.

Fonte: Alunos (2019).

Figura 4 - Conclusão do relatório dos participantes E1, E3 e E20

A realização desta prática laboratorial nos proporcionou muito mais do que associarmos melhor um conteúdo estudado em sala de aula. Nos fez identificar a presença do ácido ascórbico em nosso cotidiano por meio da quantificação do mesmo no suco de laranja e na solução de comprimido efervescente de vitamina C. Além disso, nos proporcionou uma melhor compreensão das técnicas de medida de volume, diluição, titulação e quantificação de um determinado analito em uma amostra usando uma determinada técnica analítica.

Fonte: Alunos (2019).

Figura 5 - Conclusão do relatório dos participantes E5, E14 e E15

da vitamina C em certos alimentos pela titulação da solução com uma forma solúvel do iodo em água, I_2 . Sendo, a vitamina C foi oxidada por I_2 (como I_2), quando a vitamina C é oxidada pelo iodo, I_2 , torna-se reduzida para I^- . Quando o ponto final é alcançado (toda vitamina C é oxidada), o excesso de I_2 vai reagir com um indicador amido para formar um complexo amido-iodado que foi de tom amarelo escuro, diferente do esperado (azul escuro). Observou-se, conforme os cálculos, que a solução de comprimido efervescente apresenta uma maior concentração de ácido ascórbico, se comparada com o suco de limão.

Fonte: Alunos (2019).

Percebe-se através conclusões que a atividade experimental auxiliou na assimilação da aprendizagem do conteúdo de Ácido Ascórbico estudado em sala e proporcionou através dos experimentos contextualizar o assunto com o cotidiano dos participantes. Durante a realização da prática no laboratório, evidenciou-se o interesse, comprometimento e motivação das equipes. Partindo da TAS, Moreira (2006) defende que o interesse do aluno é um recurso facilitador para que ocorra a Aprendizagem Significativa.

O fato da aula prática laboratorial aproximar o aluno dos conteúdos e conceitos estudados em sala foi considerado, então, como boa estratégia para dar significado aos conceitos estudados. As amostras escolhidas para o estudo de determinação de Vitamina C foram satisfatórias para os alunos e os auxiliou no processo de aprendizagem.

Importante ressaltar que nessa fase de implementação da Situação de Estudo, inicia-se a apresentação de conceitos científicos. O discurso por parte dos discentes não estará necessariamente fundamentado no contexto estritamente científico, desta forma, essa evolução requer a participação ativa dos alunos na organização do conhecimento para interpretação e descrição do problema.

“A Situação de Estudo possibilita a articulação entre o conhecimento cotidiano do estudante e o conhecimento científico, pois parte de uma situação concreta, da vivência dos alunos, normalmente rica em aspectos conceituais para diversos campos da ciência” (VIANA, RIBAS e MALDANER, 2011, p. 45). Diante disso, o tema Ácido Ascórbico trabalhado tanto em sala quanto com a prática em laboratório oportunizou contextualizar os conhecimentos químicos.

As explicações dos fenômenos experimentais da aula prática e das questões teóricas ao final do roteiro, consistem em instrumentos que possibilitam averiguar se houve ou não indícios de aprendizagem significativa na medida que o estudante revela domínio dos conhecimentos assimilados.

Percebe-se na fala dos estudantes E₅, E₁₄ e E₁₅ uma boa assimilação dos fenômenos químicos ao discorrer os resultados alcançados com uma linguagem científica. Importante também perceber a relação dos conhecimentos teóricos em sala, com fatos ligados ao cotidiano através de experimentos relacionados a vivência dos alunos.

Pode-se dizer, conforme a resposta dos estudantes E₁, E₃ e E₂₀ que a experimentação proporcionou tanto a visualização quanto um maior envolvimento no processo de aprendizagem. Em que no momento da prática, houve interação, questionamentos que enriqueceram o desenvolvimento processual cognitivo, colaborando, assim, para construção de novos conhecimentos em uma aprendizagem significativa.

De modo geral, percebeu-se que houve evolução e compreensão tanto conceitual do assunto sobre ácido ascórbico abordado através do capítulo do livro, quanto da parte histórica abordada através da aula expositiva e dialogada em sala, onde contemplou-se a maior quantidade possível de informações sobre o tema.

Segundo Guimarães (2009), durante a aula expositiva o professor pode conhecer os conhecimentos prévios dos discentes e buscar trabalhar de forma significativa alinhando as concepções prévias aos novos conhecimentos. Complementou-se com a prática sobre a mesma temática para aprofundamento, finalização e socialização dos conhecimentos.

Conforme as ideias de Ausubel, a interação sujeito/objeto pode ser caracterizada pela ocorrência de aprendizagem por recepção, em que o conceito potencialmente significativo é compreendido ou tornado significativo durante o processo. A ocorrência da aprendizagem significativa está condicionada ao grau de significação das informações para o indivíduo (MOREIRA e MASINI, 2006).

Considera-se que esses são exemplos típicos de aprendizagem significativa por recepção, pois a medida que ocorre uma relação nas informações passadas aos estudantes, têm como função cognitiva estabelecer relações de forma interativa com os novos conhecimentos (SARAIVA, 2017), condicionando assim para uma diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Contemplou-se o princípio da diferenciação progressiva ao explorar relações entre conhecimento empírico e conhecimento científico sobre o assunto de ácido ascórbico antes e após a aula prática. Os participantes puderam estabelecer relações que os levaram ao desenvolvimento conceitual a partir da estrutura cognitiva e subsunçores existentes.

As interpretações dos fenômenos atribuem-se a características de reconciliação integrativa, onde os estudantes validaram concepções e atribuíram novos significados aos outros conceitos. De acordo com Moreira (2006), essas formas de aprendizagem na experimentação contribuem para a consolidação de conceitos abordados na aula expositiva.

Nessa fase de primeira elaboração permitiu aos participantes aprofundar os conhecimentos em um nível mais conceitual, porém não necessariamente seu discurso estaria estritamente no contexto científico, requerendo assim, na participação ativa dos discentes. Após a primeira elaboração, seguiu-se a situação de estudo para a terceira fase denominada de elaboração e compreensão conceitual.

4.3 Análise da 3ª etapa da SE: Elaboração e Compreensão Conceitual

Propõe-se, nesta fase, mecanismos de sistematização de conceitos, mediante uso de símbolos e formulas utilizando uma linguagem científica. O estudante, ao se apropriar desses conceitos, demonstra mudança de entendimento através de inter-relações em sua estrutura mental ao aliar conhecimentos científicos ao cotidiano e suas aplicações.

Segundo Lima (2017), nessa etapa a capacidade de generalização é desenvolvida no estudante, dando-lhe condições de inferir sobre situações semelhantes ou de contexto mais amplo, fundamentando-se em sua nova convicção científica.

Como descrito no tópico 3.4, essa etapa consistiu em apresentações orais de seminários utilizando como texto base os capítulos do livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”* a fim de propiciar um maior aprofundamento sobre os conhecimentos da História da Química, sobretudo da Química na história. Ressaltando que esse livro traz como foco a ciência Química como fator trivial em diversos momentos da história da humanidade.

Os estudantes ficaram responsáveis por apresentar um capítulo por equipe. A turma foi dividida em sete equipes e as apresentações aconteceram em quatro encontros de 2h/a. Algumas equipes extrapolaram o tempo, por isso, precisou-se de quatro aulas para que todos se apresentassem.

A fim de verificar indícios de Aprendizagem Significativa através dessa estratégia de ensino, será considerada quatro dos onze princípios facilitadores de uma Aprendizagem Significativa Crítica devido à relação direta com a técnica diversificada e socializada de seminários, a saber:

2º Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas;

3º Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais.

10º Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.

11º Princípio do abandono da narrativa. De deixar o aluno falar.

Conforme salienta Veiga (1996), o seminário é de grande valia quando se pretende apresentar um tema novo ou aprofundar um assunto mais polêmico, sendo uma técnica mais adequada, sobretudo, ao ensino médio, graduação e pós-graduação, considerada uma excelente técnica de estímulo do conhecimento.

Desta forma, **no quarto encontro da SE**, houveram apresentações de duas equipes referentes aos capítulos 10 e 13.

1ª equipe – Capítulo 10: Remédios milagrosos

Esse capítulo trata de inúmeros compostos medicamentosos de forma detalhada, especificando as propriedades e evoluções de medicamentos como aspirina, sulfas e penicilinas.

Trata sobretudo da parte histórica que tais medicamentos revolucionaram a expectativa de vida no século XX a partir dos antibióticos. O capítulo discorre as influências de cada descoberta desses medicamentos e como estes implicaram na sociedade tanto na parte

financeira, com vendas desses medicamentos, quanto na ciência a partir de testes e de novas descobertas.

Assim como todos os outros capítulos, a parte química trazida em cada demonstração de moléculas é muito pertinente. Pode-se considerar que uma das funções químicas mais abordadas nesse capítulo são os ácidos carboxílicos e fenóis.

Nas apresentações a equipe organizou a apresentação dos slides na sequência dos assuntos abordados no livro. Apesar de em todo capítulo apresentar bastante a parte química das estruturas, os alunos mostraram e explicaram algumas funções presentes nas moléculas, mas não de forma aprofundada todas as reações ou mecanismos. O foco maior se deu na parte histórica e na importância que causou, sobretudo na saúde pública da época, e as consequências que se vê hoje a partir do uso desses medicamentos.

No geral, a equipe apresentou esse capítulo de forma satisfatória, com bastante propriedade, viu-se que a equipe se organizou na divisão do capítulo, apresentou domínio do conteúdo quanto a forma de organização dos slides e da apresentação, usando o tempo de forma correta. Ao final da apresentação, foi satisfatória as respostas da equipe quanto as indagações feitas tanto pelo professor titular, pela pesquisadora e pela turma, que tiraram dúvidas sobre algumas curiosidades quanto ao uso dos antibióticos atualmente.

Ao serem indagados se pesquisaram os assuntos em outras fontes, a equipe respondeu que sim, que pesquisou em artigos e na *internet* alguns pontos que não entenderam apenas na abordagem do livro. Moreira (2010) destaca como um dos princípios para possível ocorrência da Aprendizagem Significativa Crítica a não centralidade no livro, mas usar diversidade de materiais cuidadosamente selecionados pode ser um princípio facilitador na produção de conhecimento humano.

Em seguida, a próxima equipe se preparava para apresentação do Capítulo 13 – Morfina, Nicotina e Cafeína.

O capítulo trata de três moléculas alcaloides que foram benéficas mas que também oferecem perigo à humanidade por causa de sua natureza viciante. Os autores introduzem o assunto discorrendo sobre as guerras causadas em diferentes países pelo uso do ópio e como a economia foi afetada. O capítulo segue explicando na história como ocorreu os diversos impactos do uso dessas moléculas, sobretudo, a parte química presente. Assim, além da parte histórica e econômica, os autores dão bastante ênfase na parte química presente nessas moléculas, apresentando diferentes funções e reações que ocorrem. Importante ressaltar que

esse capítulo desenvolve uma criticidade bastante positiva nos alunos, pois alia os impactos que ocorreram na sociedade e o quanto tudo isso determinou a forma que vivemos hoje.

A apresentação dessa equipe foi bastante satisfatória atendendo a ficha de avaliação (APÊNDICE F) de forma positiva, tanto em relação ao domínio de conteúdo quanto ao tempo. Percebeu-se também que os participantes se prepararam e se apropriaram do livro, apresentando as ideias com bastante desenvoltura e conhecimento. Não houve erros grotescos de conceitos, a parte química foi apresentada sem muita profundidade mas de forma entendível. A equipe enfatizou tanto a parte histórica quanto as consequências e a influência que cada alcaloide teve na sociedade.

Durante as apresentações, os alunos expuseram bastante criticidade, principalmente que o capítulo trata dos alucinógenos que possuem substâncias em comuns em sua estrutura, onde alguns são proibidos legalmente e outros não. Um dos participantes levantou o seguinte questionamento: *“A gente “tá” tentando substituir a substância ou a gente “tá” tentando banir o efeito?”*.

Ao final, o professor titular deu várias contribuições, dentre as quais, que a fonte do *slide* estava pequena, mas estava enumerado e sem excesso de texto, sendo a sequência de conteúdos apresentada por tópicos, ponto bastante positivo para a equipe. Foi perguntado se pesquisaram em outras fontes sobre os conteúdos, ou se embasaram apenas no livro. Uma das participantes respondeu: *“Eu pesquisei em alguns artigos sobre as coisas que tive dúvidas”*, então o professor frisou que todos podem pesquisar em outras fontes, para se sentirem mais seguro sobre os conteúdos.

Perguntou-se também para a equipe ao final da apresentação o que todas as estruturas da classe de alcaloides tinham em comum. Eles responderam chutando várias semelhanças entre as moléculas, por exemplo, os efeitos no organismo e os anéis aromáticos. Apesar da resposta ser o elemento nitrogênio, percebeu-se que os alunos ficaram reflexivos quanto a indagação.

Moreira (2010, p. 9) reflete acerca do princípio da interação social, em que “o compartilhar significados resulta da negociação de significados entre aluno e professor. Mas essa negociação deve envolver uma permanente troca de perguntas ao invés de respostas”, a importância da curiosidade, da abertura dialógica, de não construir o conhecimento de forma passiva, mas ativa e participante.

Vê-se também através dos seminários a liberdade que os discentes tem de expor suas ideias, suas pesquisas, seus conhecimentos sendo um momento em que podem falar. Moreira (2010) defende que no princípio do abandono da narrativa, de deixar o aluno falar, implica no

uso de estratégias de ensino em que os alunos possam discutir, negociar significados entre si, receber e fazer críticas. Esse princípio implica em outras maneiras de se ensinar, onde o professor fale menos, narre menos e o aluno fale mais, participando criticamente de sua aprendizagem.

Em resumo, as duas apresentações foram satisfatórias e percebeu-se a preparação das equipes. Ressaltando que os alunos foram também avaliados pelo professor titular da turma através dos seminários para composição de notas da disciplina de História da Química, o mesmo utilizou a ficha de avaliação de seminários (APÊNDICE F).

No quinto encontro da SE, houve apresentações de duas equipes referentes aos capítulos 3 e 7.

3ª equipe – Capítulo 3: Glicose.

Como já resumido anteriormente no tópico 2.4.2, esse capítulo trata da molécula de glicose enfatizando os processos de exploração em alguns países, a constituição química e metabólica no organismo humano, trata ainda das inúmeras formas de utilização na sociedade atual, e do contexto social e econômico proporcionado, inclusive com a escravidão.

A apresentação dessa equipe foi também satisfatória, atendendo aos itens da ficha de avaliação dos seminários. Percebeu-se que os estudantes se prepararam para apresentação, sobretudo na preparação dos slides (exceto no tamanho da fonte que ficou pequena), tendo o cuidado de não exagerar com textos e em relação ao tempo.

Na explicação das estruturas químicas das moléculas, os alunos apresentaram as funções de cada estrutura, diferenciando seus isômeros e as ações metabólicas de cada açúcar discutido. A parte histórica foi mais enfatizada fazendo-se relação crítica sobre o uso do açúcar e o quanto implicou na economia dos países europeus.

A mobilização de conhecimentos químicos, históricos, sociais e econômicos estiveram presente em toda a explanação desse assunto de forma contextualizada e interdisciplinar por partes dos integrantes da equipe. Segue abaixo a transcrição da fala no momento da apresentação de um participante desse capítulo, na qual, faz uma abordagem relevante de conhecimentos químicos e biológicos de maneira interdisciplinar e contextualizada.

“Vou apresentar sobre a glicose e mais três carboidratos que no caso é a frutose, que também é um monossacarídeo, a sacarose que é um dos dois monossacarídeos que vou falar mais na frente e a lactose. Como a gente sabe, a glicose é um carboidrato, às vezes, quando a gente fala glicose a gente associa muito ao doce, porém, os carboidratos, nem todos apresentam um sabor perceptível da doçura. Por isso que as vezes as pessoas falam açúcares, porém, nem todos podem ser classificados como açúcares, ao longo da apresentação vocês vão ver que alguns carboidratos não apresentam sabor adocicado. Bem, os carboidratos podem ser considerados como a

base do que a gente tem hoje como pirâmide alimentar. Praticamente tudo que a gente consome hoje em dia tem carboidratos: nas farinhas, nos bolos, naquelas guloseimas que a gente tende a gostar, as coisas feitas com farinha como a coxinha, o pão, a pizza, o pão feito do trigo, enfim, e não é somente pelo sabor, nosso organismo é programado para ter a necessidade de consumir esse tipo de alimento pra repor as energias que justamente é a função da glicose, a maior fonte de energia que as nossas células utilizam para as funções do nosso organismo”. (TRANSCRIÇÃO DA FALA DE UM PARTICIPANTE DA EQUIPE 3 REFERENTE AO CAPÍTULO GLICOSE).

A aluna segue apresentando a estrutura da glicose e sua atuação no organismo humano como uma fonte de energia, ressaltando que o livro não aborda essa molécula desta forma, mas como tinha estudado isso na disciplina de biologia, explicou de forma sucinta o processo de obtenção de energia do organismo humano através da glicose. Enfim, continuou a apresentação abordando sobre as doenças como o diabetes e os outros tipos glicose, isômeros, adoçantes artificiais e etc.

Foi possível constatar um domínio linguístico específico das áreas de química e até mesmo de biologia por parte da equipe, podendo ser evidenciada pela sua preparação e domínio do conteúdo. Nesse sentido, Santos e Luca (2014) que também utilizaram esse capítulo de glicose em sua pesquisa com alunos do ensino médio. Concluem que desafiar os alunos com situações e questões reais, usando uma abordagem histórica e interdisciplinar, proporciona uma aprendizagem significativa, complexa, facilitando a compreensão de várias leituras de mundo de modo que permite estabelecer relações que permitirão o posicionamento qualificado por parte do discente.

Segundo Moreira (2010), um dos onze princípios facilitadores para um aprendizagem significativa crítica é o princípio do conhecimento como linguagem. Segundo o autor, tudo que aprendemos está inseparável daquilo que falamos, sendo a linguagem a mediadora de toda a percepção humana, consequentemente, o que percebemos é inseparável de como falamos sobre o que abstraímos.

4ª equipe – Capítulo 7: Fenol.

Esse capítulo inicia com a história do médico Joseph Lister, descobridor das propriedades antissépticas do fenol no final do século XX revolucionando os procedimentos cirúrgicos e diminuindo as mortes por infecção generalizada. Apesar de toda evolução, existem os pontos e negativos a partir do uso do fenol, na qual o capítulo discorre.

No entanto, outros estudos com essa molécula foram sendo desenvolvidos até termos os conhecimentos atuais. No capítulo é discutida a parte química das moléculas para uma melhor explanação e entendimento do assunto. Em resumo, o capítulo é bem abrangente mostrando

também a parte econômica da época onde os fenóis tiveram contribuição e na sociedade na medicina, alimentação, dentre outros.

Percebeu-se pela exposição dos conteúdos e pela desenvoltura dos participantes a preparação da equipe, tanto pela divisão dos assuntos do capítulo quanto do tempo. A apresentação foi bastante satisfatória, com slides organizados e enumerados. Os alunos apresentaram domínio do assunto, sobretudo nas explicações das estruturas químicas, destacando as reações e funções químicas presentes nas moléculas em questão e como essas reagem no organismo humano causando diversos problemas em sua inalação e contato com a pele, dentre outros.

A parte histórica foi bastante enfatizada. Destacaram também as vantagens e desvantagens do uso do fenol em plásticos, seus efeitos na saúde e na natureza. A equipe fez uma apresentação bastante completa de todos os assuntos do capítulo, na qual precisaram extrapolar dez minutos do tempo previsto, mas no geral, percebeu-se uma boa preparação de todos.

Apesar da preparação das equipes em todos os aspectos de suas apresentações, ao final, ao responder aos questionamentos do professor titular, envolvendo um conhecimento mais específico das estruturas químicas presentes no capítulo, sentiu-se certa insegurança por parte dos integrantes das duas equipes, mas conseguiram responder as indagações tornando a troca de ideias e de saberes um momento rico de aprendizado.

Nesse sentido, ao utilizar métodos orais como forma de avaliação, demonstra que além do domínio e compreensão dos conteúdos abordados, o aluno precisa ter um mínimo de desenvoltura em falar em público e apresentar uma boa postura (VITORIANO *et al.*, 2015). Sobretudo, na formação de professores é imprescindível que haja essa preparação para os futuros docentes.

No **sexto encontro da SE**, as equipes apresentaram os capítulos 15 e 16.

5ª equipe – Capítulo 15: Sal

Esse capítulo trata de uma das mais importantes especiarias ao longo da história, seu valor comercial gerou impactos significados no comércio durante séculos. O decaimento do preço dessa e muitas outras especiarias caiu graças aos esforços dos químicos pela síntese de alguns compostos nos laboratórios e fábricas ou por substitutos artificiais. O capítulo retrata o sal como um artigo de luxo nas civilizações, sua forma de obtenção e estrutura química à luz da Teoria de Arrhenius. Os autores destacam ainda a necessidade do sal no organismo, sua

tributação de forma bem histórica desde os tempos bíblicos, e por fim, apresentam o sal como matéria prima na fabricação de compostos químicos inorgânicos.

A apresentação dessa equipe foi satisfatória, atendendo de maneira positiva aos itens da ficha de avaliação dos seminários. Percebeu-se que os estudantes se prepararam para apresentação, sobretudo na elaboração dos slides, não tendo sobrecarga de texto e cumprindo o tempo previsto de forma correta.

Apresentaram o capítulo com domínio do conteúdo, clareza e objetividade. Percebeu-se durante a apresentação que os participantes se apropriaram da leitura do capítulo, além de terem buscado em outras fontes bibliográficas algumas dúvidas que surgiram durante o estudo.

Segundo Anastasiou e Alves (2004), durante a preparação de um seminário são atingidas diversas mobilizações do conhecimento enquanto o estudante se prepara estudando, lendo, discutindo sobre seu tema ao mesmo tempo já constrói o conhecimento e produz as possíveis sínteses.

6ª equipe – Capítulo 16: Compostos clorocarbônicos.

Como já resumido no tópico 2.4.2 esse capítulo faz um apanhado histórico do início da refrigeração no mundo com algumas tentativas falhas mas que puseram fim a conservação de alimentos com o uso de condimentos e sal. Os autores retratam as primeiras tentativas dos usos de refrigeradores com moléculas CFCs mas que posteriormente descobriu-se que causavam impactos negativos ao planeta, sendo assim, impedidas de serem usadas. Os autores tratam esse assunto de maneira extremamente compreensível através de desenhos representando os impactos causados na camada de ozônio demonstrando as reações químicas envolvidas. O capítulo trata ainda sobre o lado escuro do cloro e de bifenilas policloradas ou PBCs, e por fim, mostra também o lado positivo do uso de cloro e seu impacto na sociedade.

A apresentação dessa equipe foi bastante satisfatória e atendeu aos itens da avaliação de seminários, com domínio do assunto, recursos didáticos e apresentação com clareza. Apenas o uso do tempo não foi correto, visto que essa equipe apresentou em 42 minutos, o dobro do previsto, onde alguns componentes da equipe falaram mais que outros, não distribuindo assim o tempo de maneira correta.

No entanto, percebeu-se que a equipe se apropriou do capítulo, explanando-o totalmente. Talvez por ser um tema bem interessante, os alunos se empolgaram trazendo bastante informação além do que estava disposto no livro. Interessante ressaltar que os discentes se empolgaram na exposição de suas ideias e foram coerentes com os assuntos abordados.

Ao final da apresentação uma das participantes resumiu o assunto trazendo uma citação do livro e comentando sobre a citação.

A ironia do compostos clorocarbônicos é que exatamente aqueles que causaram maiores danos ou que têm potencial para isso parecem também ter sido os responsáveis por alguns dos avanços mais benéficos em nossa sociedade (LE COURTEUR E BURRESON, 2006, p. 300). Ou seja, apesar do capítulo tratar dos lados escuros dessas substâncias, nós devemos ressaltar também que teve pontos bastante positivos que nos permitiu vários avanços como das moléculas refrigerantes, esse passo da anestesia também, graças a essas moléculas hoje nós temos todas as comodidades, como o ar-condicionado, capacidade de conservar qualquer tipo de alimento e é isso. (TRANSCRIÇÃO DA FALA DE UM PARTICIPANTE DA EQUIPE 6 REFERENTE AO CAPÍTULO DE COMPOSTOS CLOROCARBONICOS).

A participação da turma no final da apresentação com questionamentos acerca do assunto foi bem interessante e teve troca de ideias entre a turma, a equipe, o professor e a pesquisadora contribuindo, assim, para o conhecimento de todos. Nesse sentido, o princípio da interação social e do questionamento é indispensável para a concretização de um episódio de ensino onde professor e aluno compartilham significados em relação aos materiais educativos (GOWIN, 1981 apud MOREIRA, 2010).

Segundo Moreira (2010, p. 18), “o uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam um ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica”. Esse princípio da não centralidade do quadro-de-giz, da diversidade de estratégias de ensino é complementar ao terceiro princípio da diversidade materiais institucionais. Esses princípios favorecem o uso de estratégias de ensino e facilita a implementação dos demais princípios em sala de aula e a atividade mediadora do docente.

No **sétimo encontro** houve apresentação da 7ª equipe – Capítulo 8: Isopreno.

Esse capítulo trata sobretudo da história da borracha e dos numerosos experimentos até se descobrir como deixar a borracha de forma rija, elástica e estável tanto no inverno quanto no verão. Relata os aspectos de usos da borracha e a sua evolução para tornar-se mais empregada nas diversas finalidades. A parte química da molécula é bastante enfatizada nesse capítulo ao mostrar seus isômeros naturais, e por fim, mostra as diversas aplicações e o quanto essa molécula mudou ao longo da história.

A apresentação dessa equipe foi parcialmente satisfatória quanto a explanação do capítulo, domínio de conteúdo, organização e planejamento da exposição. Os alunos aparentavam estar nervosos e despreparados. Fato que poderia ter sido evitado se os mesmos

tivessem comunicado alguma dificuldade de compreensão do capítulo ou das reações e funções químicas contidos nele.

Durante a apresentação os alunos utilizaram como recurso didático complementar o uso de vídeos sobre o assunto. Porém, pela falta de planejamento, o vídeo foi executado quando o tempo adequado de apresentação já tinha terminado. Ao final, os alunos deixaram algumas sugestões de sites para quem tivesse curiosidades sobre o tema, o que foi um diferencial, visto que, nenhuma equipe fez uso de vídeos e nem de sugestões sobre os assuntos abordados.

Ressalta-se também que os alunos não tiveram ainda a disciplina de química orgânica na graduação, talvez por isso sentiram um pouco de dificuldade para explicar quimicamente algumas reações químicas trazidas no capítulo.

É importante observar que a interação social e predisposição para aprender, que fazem parte dos onze princípios facilitadores para uma aprendizagem significativa, são fundamentais em atividades colaborativas, como os seminários. Todavia, não percebeu-se isso por parte apenas dessa equipe, que foi composta por dois alunos, os mesmos comunicaram que iriam apresentar após a formação das outras equipes, por terem faltado no segundo encontro, momento em que foram formadas as equipes.

No geral, as experiências foram boas, percebeu-se o empenho das equipes e preparação, nível de amadurecimento nas apresentações, o que colaborou para o bom andamento dessa estratégia de ensino, sobretudo por se tratar de um nível de graduação que exige muito mais dos discentes.

O seminário é uma estratégia de ensino mediadora no processo de ensino e aprendizagem, porém não suficiente nesse processo de ensino (ARAÚJO, 1996 apud MELO, 2011) e o seu uso, dentre as técnicas de ensino de grupos ou socializado, pretende colocar o professor como mediador e o aluno no centro desse processo atuando de maneira ativa na construção de seu conhecimento.

Após a aplicação dessa estratégia de ensino, foi possível perceber algumas **vantagens** e **desvantagens** de sua aplicação, a saber:

- Maior interação entre a turma (apesar de ficarem livres para montarem suas equipes, percebeu-se uma maior interação entre os participantes);
- Estímulo à pesquisa de forma autônoma (a maioria das equipes afirmaram terem pesquisado em outras fontes, além do livro sugerido);
- Os alunos se tornaram-se agentes ativos no processo de aprendizagem.

As **desvantagens** observadas foram:

- Desinteresse de alguns alunos quanto ao aprofundamento do conteúdo do capítulo;
- Despreparo na oralidade (talvez pela falta de prática de se apresentar em público, alguns alunos ficaram tímidos);
- Falta de planejamento quanto ao tempo de apresentação (alguns extrapolaram o dobro do tempo previsto).

4.4 Comparação entre Questionário Inicial (QI) e Questionário Final (QF)

A seguinte análise buscou elucidar elementos que ratifiquem a contribuição da situação de estudo (SE) aplicada através do livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”* como subsídio na disciplina de História da Química.

Para avaliar as respostas dos alunos do Questionário Final (QF), foi utilizado como critério algumas categorias de resposta, a saber: respostas que abordassem aspectos do livro dos Botões de Napoleão com explicações através da abordagem da SE; respostas sobre História da Química com explicações não vinculadas ao livro e respostas em branco, onde o aluno não respondeu.

Desta forma, a aprendizagem não foi quantificada em acertos e erros, visto que a pesquisa não se delimitou na aprendizagem de um conceito químico e sim, de uma temática envolvendo a História da Química, suas descobertas e contribuições em toda sociedade. Contemplou-se ainda, através do livro, assuntos de moléculas químicas que tiveram diversas influências na história da humanidade.

Logo, as perguntas tiveram caráter subjetiva, em que os participantes puderam discorrer sobre suas percepções. Buscou-se correlacionar as perguntas do QI e QF e analisar indícios de Aprendizagem Significativa a partir da abordagem do livro. Compreendendo assim que “a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e os novos significados, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 34).

Na questão 1 do QI, tratou-se apenas da importância da Química no cotidiano. Já no QF, tratou-se sobre o mesmo assunto, porém de forma mais aprofundada com o seguinte questionamento: ***“Qual a importância que a Química desempenhou ao longo da história na sociedade moderna”*** Pediu ainda que os estudantes justificassem descrevendo seu ponto de vista.

Conforme as respostas dos participantes 100% considerou que a ciência Química tem muita importância na sociedade moderna. As justificativas foram variadas, com respostas envolvendo essa ciência no campo da medicina, economia e tecnologia. Em algumas respostas foi dada muita ênfase nas descobertas de elementos químicos e das sínteses de compostos químicos.

O Quadro 2 mostra a evolução de algumas respostas dos participantes em relação a esse questionamento no QI e QF.

Quadro 2 - Transcrições de respostas do QI e QF correlacionadas sobre a Questão 01.

Alunos	QI	Alunos	QF
E ₉	<i>“Pois além de estar em um Curso de licenciatura em Química, a natureza e as coisas são entendidas por meio de conceitos.”</i>	E ₉	<i>“Em diversos pólos a Química mostrou seu pioneirismo, tanto na descoberta dos elementos, como na sintetização dos mesmos para a formação de novos.”</i>
E ₁₀	<i>“A química está em todo lugar, tudo é química, adoro química, estou me formando em um curso de química.”</i>	E ₁₀	<i>“As descobertas realizadas no campo químico revolucionaram a ponto de influenciarem drasticamente a maneira de vivermos nesse mundo moderno, se hoje refrigeradores em casa ou ar-condicionadores isso se deve a fabulosa química.”</i>
E ₁₂	<i>“Pois em tudo há Química. Desde as mais diversas pesquisas em laboratórios, como na cozinha de nossas casas.”</i>	E ₁₂	<i>“Descobertas de uso de compostos para medicina, avanços tecnológicos e alimentícios (como o avanço na refrigeração). Assim como graças aos conhecimentos químicos temos bastante avanço nas anestésias.”</i>
E ₁₆	<i>“Sim. A química está presente em tudo em nossa vida. Tudo é química.”</i>	E ₁₆	<i>“De forma significativa a ciência química contribuiu em vários aspectos para a revolução científica como por exemplo os compostos de medicamentos que são fundamentais a saúde do ser humano, dentre outras descobertas mais.”</i>

Fonte: Elaboração própria (2019).

“O papel desempenhado pela química nas sociedades é inegável, e os seus efeitos são sentidos de forma mais ou menos intensa, mas sempre sentidos” (OLIVEIRA, MARTINS E APPELT, 2010 p. 140). A Química sempre esteve presente em toda história da civilização humana, em todas as suas atividades havia um pouco de química, ainda que esses conhecimentos fossem utilizados de maneira empírica.

É evidente a importância dessa ciência na sociedade moderna, levando em consideração todos os pontos positivos e negativos, sua influência é inquestionável. Os conhecimentos químicos influenciam direta e indiretamente no cotidiano de todas as pessoas. Em decorrência de tais conhecimentos, muitas são as contribuições na qualidade de vida que se têm hoje.

A Química está presente na tecnologia em materiais semicondutores de dispositivos eletrônicos e em outros materiais de uso diário: cosméticos, medicamentos, plásticos, tecidos, alimentos em conserva, combustíveis, bebidas, dentre outros. Em contrapartida, existem diversos pontos negativos quando esse conhecimento é utilizado, intencionalmente ou não, para prejudicar as pessoas ou ecossistemas, onde as consequências podem ser desastrosas.

Nas respostas dos participantes dessa pesquisa, percebeu-se uma evolução de concepções ligadas a Química na sociedade, com respostas mais elaboradas e exemplificadas utilizando conhecimentos de Química e de sua história. Por exemplo, nas respostas dos alunos E₉, E₁₀ e E₁₂ citam que a ciência está presente no campo da saúde e no avanço tecnológico, que influenciou na qualidade de vida de todas as pessoas.

Percebeu-se resquícios dos assuntos trabalhados no livro dos Botões de Napoleão nas respostas dos discentes, sobretudo nos capítulos que tratam sobre medicamentos – capítulo 10 (Remédios Milagrosos); as anestésias no capítulo 13 (Morfina, Nicotina e Cafeína); um assunto bastante ressaltado nas respostas foi sobre a refrigeração, contemplado nos capítulos 15 e 16 – Sal e compostos clorocarbônicos. É importante ressaltar que esse livro não trata diretamente da História da Química e sim, sobre a influência dessa ciência na história da humanidade.

O Quadro 2 buscou resumir o que respondeu a maioria dos participantes, e conforme as análises, verificou-se uma melhor contemplação de ideias sobre a influência dessa ciência na sociedade. As respostas foram mais fundamentadas e menos equivocadas.

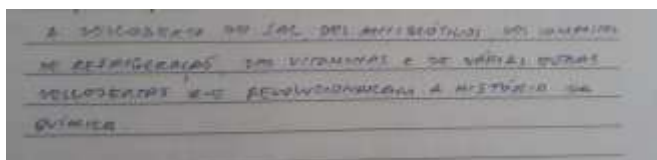
Os alunos apresentaram uma melhor justificativa no QF, sobretudo com respostas mais elaboradas comparando ao QI, apresentando, assim, uma melhor assimilação dos assuntos estudados relacionados aos subsunçores iniciais. Essa situação ratifica as palavras de Moreira e Masini (2006), ao passo que a aprendizagem evolui de forma significativa, os subsunçores se tornam mais elaborados de ancorar novas informações.

Na questão dois do QF perguntou-se: ***“Qual (is) descoberta (s) proporcionada (s) pelos conhecimentos químicos mais lhe chama (m) atenção”*** Pediu-se uma justificativa para a resposta.

Nas respostas dos participante, observou-se bastante ênfase nos assuntos relacionados ao que foi trabalhado na SE com o livro dos Botões de Napoleão, visto que 52,38% responderam

utilizando exemplos do livro; 23,80% responderam relacionado a elementos químicos e tabela periódica; 4,76% radioatividade; 4,76% respondeu com ambos exemplos livro e tabela periódica e 14,28% com respostas vagas. Conforme as transcrições à seguir:

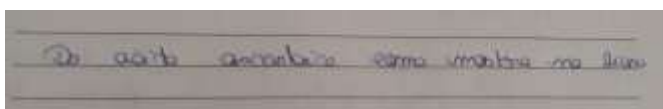
E₁₆



“A descoberta do sal, dos antibióticos, dos compostos de refrigeração, das vitaminas e de várias outras descobertas

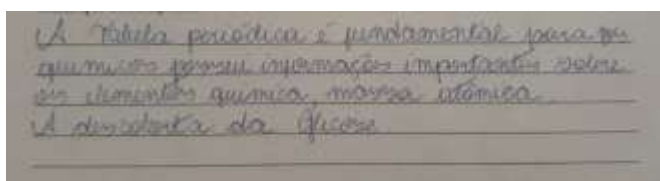
que revolucionaram a história da química.”

E₁₅



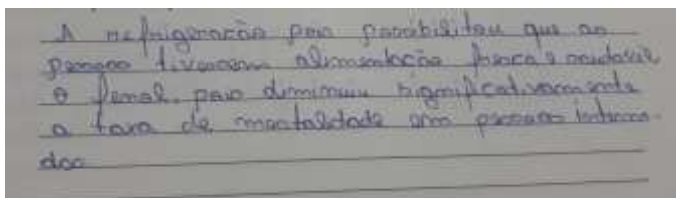
“Do ácido ascórbico como mostra no livro.”

E₂₁



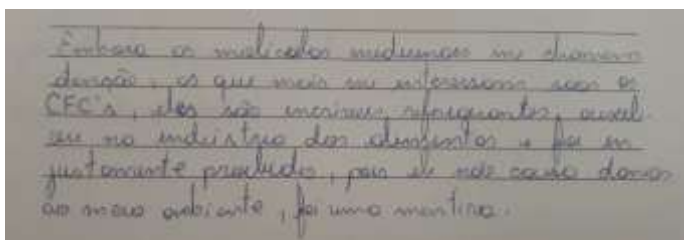
“A Tabela periódica é fundamental para os químicos possui informações importantes sobre os elementos químicos, massa atômica. A descoberta da glicose.”

E₁₉



“A refrigeração pois possibilitou que as pessoas tivessem alimentação fresca e saudável. O fenol, pois diminuiu significativamente a taxa de mortalidade em pessoas internadas.”

E₁₃



“Embora as moléculas medicinais me chamem atenção, os que mais me interessam são os CFC's, eles são incríveis refrigerantes, usável na indústria dos elementos e foi injustamente proibido, pois ele não causa danos ao meio ambiente, foi uma

mentira.”

É interessante frisar que a maioria (52,38%) citou exemplos do livro, fazendo alusão as moléculas do capítulo de glicose, sal, isopreno, fenol, compostos cloro carbônicos, dentre outras, dentre eles o E₁₆, E₆ e E₂₁.

O restante da turma enfatizaram principalmente a descoberta e organização dos elementos da Tabela Periódica, radioatividade, descoberta do elemento oxigênio e fósforo,

respondido pelo E₁₁. Uma vez que, antes da aplicação da SE a turma teve além de aulas expositivas sobre os conteúdos envolvendo a História da Química, como previsto na disciplina, assistiram também um documentário que faz um enorme apanhado de toda História da Química.

No QI a maioria dos estudantes tinham citado, principalmente, a descobertas dos elementos, medicamentos e radioatividade, visto que uma parcela significativa da turma (23,80%) tinham respondido de forma vaga e pouco fundamentada. No QF, percebeu-se uma melhor descrição das respostas e uma melhor compreensão nas justificativas.

O Quadro 3 mostra as respostas de todos os alunos de acordo com as categorias, considerando os percentuais obtidos da Questão 2 do QF correspondendo a mesma questão do QI. Essas informações estão apresentadas com a identificação do discente que o respondeu, a fim de auxiliar na compreensão das análises.

Quadro 3 - Respostas do QI e QF correlacionadas sobre a Questão 02 do QF.

Qual (is) descoberta (s) proporcionada (s) pelos conhecimentos químicos mais lhe chama (m) atenção? Justifique sua resposta.	
Questionário Inicial (QI)	
Categorias	Estudantes
Elementos químicos e da tabela periódica	E ₁ ; E ₂ ; E ₄ ; E ₇ ; E ₉ ; E ₁₁ ; E ₁₆ ; E ₁₉
Medicamentos na cura de algumas doenças	E ₆ ; E ₁₂ ; E ₁₅ ; E ₁₈
Radioatividade	E ₃ ; E ₈ ; E ₂₀ ; E ₂₁
Respostas vagas	E ₅ ; E ₁₀ ; E ₁₃ ; E ₁₄ ; E ₁₇
Questionário Final (QF)	
Categorias	Estudantes
Exemplos do livro	E ₂ ; E ₄ ; E ₅ ; E ₆ ; E ₇ ; E ₁₀ ; E ₁₃ ; E ₁₅ ; E ₁₆ ; E ₁₈ ; E ₁₉
Elementos químicos e tabela periódica	E ₁ ; E ₃ ; E ₉ ; E ₁₁ ; E ₁₂
Radioatividade	E ₂₀
Exemplo do livro e tabela periódica	E ₂₁
Respostas vagas	E ₈ ; E ₁₄ ; E ₁₇

Fonte: Elaboração própria (2019)

Segundo Deimling e Valderrama (2014), o livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”* proporciona a necessária articulação entre conhecimentos científicos e históricos de maneira curiosa, constituindo-se, assim, como um recurso que pode ser utilizado por professores e alunos para mediação de discussões, problematizações e análises de conteúdos de Química abordados em sala de aula.

A questão três, embasada na questão dois trouxe o seguinte questionamento: ***“Com base na questão anterior, de que forma essa descoberta influenciou na sociedade e quais implicações (positivas ou negativas) pode-se perceber da mesma? Justifique sua resposta.”***

Como era previsível as justificativas das respostas obtidas foram variadas, lembrando que 52,38% responderam utilizando exemplos do livro; 23,80% relacionado a elementos químicos e tabela periódica; 4,76% radioatividade; 4,76% com ambos exemplos livro e tabela periódica e 14,28% com respostas vagas. Respostas citando descobertas de medicamentos, foram remanejadas para exemplos do livro no QF, conforme se referia a algum assunto abordado no livro.

Em relação ao QF, as respostas foram melhor justificadas, visto que, no QI uma parcela considerável de 23,80% deram respostas vagas. Já no QF as respostas foram mais elaboradas e percebe-se pelo Quadro 3, que as respostas vagas reduziram para 14,38%. Outros alunos continuaram com as respostas na mesma categoria, sobretudo, referente a tabela periódica e descoberta de elementos químicos. Percebeu-se uma diferença na categoria sobre radioatividade, onde as respostas no QF migraram para outras categorias.

As transcrições à seguir no Quadro 4 são referentes a mesma questão no QI e QF demonstrando a evolução de algumas respostas dos participantes.

Quadro 4 - Respostas do QI e QF correlacionadas sobre a Questão 03 do QF.

Alunos		QI	Alunos	QF
E ₁₆		<i>“Pesquisas e estudos para outros cientistas perceberam a relevância desse elemento químico para a sociedade.”</i>	E ₁₆	<i>“A glicose por exemplo teve grande marco na revolução industrial, causando grande impacto no comércio. (positivo)</i> <i>(negativo) a forma como ingeriam a sacarose sendo prejudicial a saúde na quantidade ingerida.”</i>
E ₂₁		<i>Ela teve pontos positivos e negativos, como o uso na medicina, medicamentos</i>	E ₂₁	<i>“Ela pode ser extraída de diversas plantas como a cana-de-açúcar e beterraba.</i>

		<i>entre outras utilidades e negativamente com a produção de bombas.”</i>		<i>Um aspecto na sociedade que através do seu cultivo no caso da cana-de-açúcar exige mão de obra estimulando a vagas de emprego mais estimulou negativamente com o tráfico escravista.”</i>
E ₁₉		<i>“Influenciou de forma positiva porque pessoas doentes agora podem ser curadas.”</i>	E ₁₉	<i>“As pessoas passaram a ter cirurgias esterilizadas e um pós cirurgia mais higiênico, com isso passaram a morrer menos por infecção.”</i>
E ₁₁		<i>“Sim, pois foi aí que surgiu a indústria de fósforos. Onde foi possível obter o fogo de uma forma mais fácil.”</i>	E ₁₁	<i>“Teve implicações positivas, pois possibilitou o surgimento da indústria de fósforos, aprimorando a praticidade no manuseio do fogo.”</i>
E ₁₃		<i>“sim, pois é no laboratório que fazemos nossos estudos mais importantes.”</i>	E ₁₃	<i>“conservação de alimentos através da refrigeração, baixíssimo grau de impacto no meio ambiente, não tóxico e não inflamável.”</i>

Fonte: Elaboração própria (2019).

As respostas transcritas resumiram exemplos de cada categoria da análise. O participante E₁₆ tinha respondido inicialmente sobre o elemento oxigênio e a importância de seu estudo para a sociedade. No QF, o mesmo se referiu a molécula de glicose apontando os pontos positivos e negativos; O participante E₂₁ no QI relacionou essa questão a descoberta da radioatividade. No QF, o mesmo abordou sobre a descoberta da tabela periódica e molécula de glicose, ressaltando em sua justificativa que o cultivo no caso, do açúcar, influenciou na sociedade de formas positivas e negativas, ao gerar empregos mas também estimulou o tráfico de escravos.

O capítulo 3 – glicose, retrata que o açúcar um componente da sacarose, substância que nos referimos ao falar do açúcar “afetou o destino de países e continentes à medida que levou a Revolução Industrial, transformando o comércio e as culturas no mundo inteiro” (LE COUTEUR e BURRESON, 2006, p. 54). O livro retrata sobre a escravidão e cultivo do açúcar, revelando que o açúcar estimulou o tráfico escravista, levando milhões de africanos negros para o Novo Mundo, sendo seu lucro que estimulou o crescimento econômico na Europa.

Já o participante E₁₃, no QI respondeu de forma vaga e equivocada essa questão, conforme analisado no tópico 4.1. No QF, o aluno respondeu utilizando conhecimentos do capítulo 16 – compostos clorocarbônicos porém de maneira equivocada. O livro começa retratando sobre as descobertas desses compostos, na refrigeração de carnes e cervejas. Continua a abordagem explanando sobre os primeiros refrigeradores e evolução dos mesmos a partir dos CFC's, que revolucionou a sociedade com geladeiras domésticas, permitiu que antibióticos, vacinas e outros medicamentos fossem armazenados e enviados ao mundo inteiro, dentre outras aplicações.

Os CFC's eram produzidos em milhares de toneladas na década de 1970, parecia que essas moléculas eram ideais e perfeitamente adequadas para assumir seu papel no mundo moderno sem nenhuma desvantagem (LE COUTEUR e BURRESON, 2006). Os autores, continuam sua abordagem discorrendo sobre o lado escuro dos CFC's apresentando quimicamente os problemas causados a camada de ozônio da terra e consequentemente afetaria a vida humana drasticamente.

No entanto, os autores abordam que essas moléculas causaram numerosos benefícios para a sociedade na parte da medicina que revolucionou cirurgias que antes eram realizadas sem anestésicos. Compostos com moléculas de cloro, no caso, clorofórmio, e deu abertura a diversos outros como a morfina e finalizam ressaltando que, apesar dos danos causados, os compostos clorocarbonicos foram responsáveis por alguns dos avanços mais benéficos na sociedade, não podendo-se desconsiderar o impacto também positivo desses compostos.

O equívoco presente na resposta do aluno E₁₃ é que o mesmo desconsidera todos os efeitos negativos causados pelos CFC's, onde estudos comprovados indicam o contrário. O mesmo afirma que causam baixíssimos impactos no meio ambiente. No caso, o mesmo não fazia parte da equipe do seminário que apresentou esse tema. Percebeu-se que aluno respondeu baseado no senso comum, não estando totalmente errado, mas sua resposta difere dos conhecimentos científicos explicado quimicamente no capítulo do livro pelos autores.

As questões seguintes buscaram elucidar conhecimentos da contextualização no ensino de Química trabalhado no capítulo 2 sobre ácido ascórbico e na prática laboratorial sobre a quantificação de vitamina C, já relatado no tópico 4.2. Com o mesmo enunciado do QI, a questão quatro traz a seguinte indagação: ***“Quais alimentos naturais contém apreciáveis quantidades de vitamina C?”***.

No QF as respostas foram bem parecidas com as do QI, que diferenciou apenas ao citarem alguns exemplos diferentes de alimentos mostrados durante a aula expositiva, por

exemplo: couve, pimentões, brócolis, dentre outros. No QI os alunos já conheciam bastantes alimentos que contêm essa vitamina, demonstrando conhecimentos prévios e subsunçores sobre esse assunto.

É importante ressaltar que nessa questão as respostas obtidas não evidenciam uma aprendizagem mecânica, visto que, as respostas não poderiam ser diferentes do que foi coletado. O que percebeu-se são citações de exemplos de alimentos do cotidiano, pois antes a maioria citou apenas frutas cítricas e legumes, mas não especificaram quais legumes.

Na questão cinco indagou-se: **“Sobre a prática no laboratório da quantificação de vitamina C nos sucos (fruta e de caixinha industrializada) e do comprimido efervescente, em qual das amostras analisadas apresentou maior quantidade de vitamina C? Discorra sobre suas observações e cálculos feitos.”**

Verificou-se que 66,66% responderam que a maior quantidade de vitamina C foi calculada nas amostras de comprimidos efervescentes, 23,80% nas amostras dos sucos naturais e/ou industrializados e 9,52% não recordava. As transcrições à seguir resumem as respostas dos participantes:

E₅

“A maior quantidade evidenciada foi na solução contendo comprimido efervescente. A quantidade observada na amostra satisfaz a quantidade mínima de ingestão de ácido ascórbico. Porém, as frutas possuem além da vitamina C,

outras propriedades em relação ao comprimido, sendo as frutas mais vantajosas para o consumo numa dieta.”

E₁₃

“comprimido efervescente, pois somente em uma solução (1g/L) em 10 ml havia aproximadamente 9,7 mg de ácido ascórbico.”

E₇

“No meu experimento o que tinha maior quantidade de vitamina C era o maracujá, segundo os cálculos com: 4,0392 mg.”

Na prática laboratorial, como descrita no tópico 4.2, os alunos se organizaram em equipes para análise das amostras contendo vitamina C. Na preparação dos reagentes padronizou-se anteriormente a solução de iodo e através do método de titulação iodométrica

pode ser calculada a quantidade de vitamina C nas amostras, quando a mesma reagir com a solução amilácea, também preparada anteriormente, conforme o roteiro (APÊNDICE E).

A quantidade de vitamina C pode ser calculada a partir do uso de um fator de conversão calculado a partir da massa molar da molécula de vitamina C e da concentração molar do iodo:

$$M I_2 * V = m/MM$$

Onde:

MM= 176g/mol ac.
Ascórbico
V= 1ml
M= 0,027 mol/L
solução de iodo
m (g)= ac ascórbico

$$m_{(g)} = MM * M * V \quad m_{(g)} = 176 * 1 * 0,027 \quad m_{(g)} = 4,752g$$

A partir dessa relação, calculou-se por regra de três, usando o valor dos volumes médios das duplicatas a quantidade de vitamina C. Como mostra a Figura 7 a seguir:

Figura 6 - Cálculos da vitamina C – Trecho do relatório dos alunos E₈, E₁₃ e E₁₆

Para o suco de maracujá:

1 mL	-----	4,752 mg de ácido ascórbico
0,85 mL	-----	X
$X = 0,85 \text{ (mL)} * 4,752 \text{ mg} / 1 \text{ (mL)} = 4,0392 \text{ mg de ácido ascórbico}$		

Para a solução de comprimido efervescente:

1 mL	-----	4,752 mg de ácido ascórbico
2,1 mL	-----	X
$X = 2,1 \text{ (mL)} * 4,752 \text{ mg} / 1 \text{ (mL)} = 9,9792 \text{ mg de ácido ascórbico}$		

Fonte: Alunos (2019).

Nos relatórios, em todos os cálculos realizados o comprimido efervescente apresentava maior quantidade vitamina C do que nos sucos de frutas naturais e de caixinha comercializado. Isso é válido, visto que, o comprimido contendo 1g foi diluído em uma solução de 1L e os estudantes usaram 10mL da mesma.

Dos sucos de frutas naturais e comercializado, os cálculos demonstraram conter menos vitamina C, (média 4mg), como respondido pelo discente E₇. Porém, menos que o comprimido efervescente. Como descrito no tópico 4.2, dos relatórios entregues em 36% os alunos anotaram os dados e calcularam a média de volume do iodo usado, porém, não concluíram os cálculos da quantificação de vitamina C.

Esse fato pode ser considerado como um exemplo típico de aprendizagem mecânica, pois o conhecimento não se ancorou na estrutura cognitiva por falta de algum subsunçor específico para assimilação dos cálculos explicados antes da aula prática. No caso, os alunos teriam apenas que usar regra de três para concluir os cálculos. Percebeu-se a falta de

compreensão também nas conclusões de tais relatórios, em que, aparentemente foi copiado da internet e que não apresentam um parecer satisfatório de compreensão.

Os dois estudantes que responderam não lembrar, E₂ e E₁₉, não apresentaram os cálculos completos em seus relatórios, o que justifica não lembrarem. O restante, 64% fizeram os cálculos corretamente e discorreram também corretamente, como pode ser visto nas respostas dos discentes E₈, E₁₃ e E₁₆, presumindo assim, que houve avanços significativos de aprendizagens desses estudantes.

Em pesquisas realizadas por Braga *et al.*, (2016), ao quantificar pelo método analítico de titulação iodométrica a quantidade de vitamina C presente em alimentos naturais e comprimido efervescente, o último apresentou uma maior quantidade de vitamina C, podendo assim, ser consumido em menor volume para que atinja a quantidade diária requerida na dieta humana.

Segundo Fiorucci, Soares e Cavalheiro (2003), as informações sobre vitamina C podem ser usadas no ensino de Química de modo que o professor possa trabalhar também de forma interdisciplinar com áreas como Biologia, História e Literatura. Acrescentam ainda que através desse tema podem ser trabalhadas competências e habilidades propostas nos PCN (1999), no âmbito da educação sociocultural no reconhecimento do papel da Química no sistema produtivo e industrial, bem como, no desenvolvimento da ciência Química nos aspectos socioculturais.

Nos documentos oficiais que regem a educação brasileira, sugerem a utilização das vivências dos alunos, dos fatos do dia a dia e da tradição cultura para construir conhecimentos químicos que permitam fazer releituras do mundo. Alguns conteúdos e temas favorecem a compreensão do mundo natural, social, político e econômico (BRASIL, 2002; SILVA e MARCONDES, 2010).

Santos e Luca (2014) utilizaram também o livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”* de forma interdisciplinar em uma turma de ensino médio. A pesquisa se desenvolveu baseada nos capítulos de ácido ascórbico e glicose. Segundo os autores, o livro mostrou-se potencialmente didático e despertou a curiosidade dos discentes.

De forma interdisciplinar os capítulos apresentam conceitos químicos/biológicos, como por exemplo, estruturas químicas, ligações químicas, conceitos introdutórios a química orgânica, grupo funcional, isomeria, reações orgânicas, síntese orgânica, alimentação, fisiologia humana, relação de sociedade e ação hormonal. De forma ampla, os autores do livro apresentam características históricas, culturais e científicas das 17 moléculas contempladas no livro.

Nesse sentido, a última questão tem o seguinte enunciado: ***“Sobre o capítulo do livro “Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história” apresentado por sua equipe no seminário, explique o que você entendeu sobre o assunto. E qual a importância da molécula estudada para o meio científico e a sociedade.”***

Ressalta-se que foram sete (7) capítulos apresentados através de seminários. Assim, escolheu-se de acordo com as respostas dos estudantes um exemplo de cada assunto para discorrer sobre essa questão. As transcrições estão organizadas por ordem crescente dos capítulos, conforme as transcrições abaixo:

Quadro 5 - Transcrição das respostas dos alunos sobre os capítulos dos seminários.

Alunos	Capítulo Apresentado	Resposta
E ₅	Capítulo 3 - Glicose	<i>“A descoberta da glicose, com a exploração da cana de açúcar, houve uma maior exploração marítima em direção as américas para suprir uma nova demanda do mercado europeu, com isso cresceu o número de negros explorados na escravidão. Através da cana de açúcar, principalmente, o açúcar deixou de ser um item de luxo e passou a compor as mesas das famílias como item necessário na dieta. Com isso, também houve um aumento do consumo deste alimento entre as pessoas.”</i>
E ₂₁	Capítulo 7 - Fenol	<i>“O fenol é de extrema importância para a sociedade foi através do descobrimento dessa molécula trouxe benefícios na área médica e com relação a sociedade com o descobrimento do plástico que está presente em nosso cotidiano.”</i>
E ₆	Capítulo 8 - Isopreno	<i>“O isopreno muito importante tanto para o meio científico como para as pessoas o que seria de nós sem as solas dos sapatos sem os elásticos das roupas e sem os pneus ou outras coisas do mesmo material.”</i>
E ₃	Capítulo 10 – Remédios milagrosos	<i>“O capítulo “Remédios Milagrosos” narra a história de alguns anti-bióticos que para sua época foi de grande valia pois não haviam tratamentos eficazes contra infecções o que diminuía bastante a expectativa de vida. Sua importância se da pela eficácia e eficiência em curar infecções além de vislumar/dar início ao que conhecemos hoje como quimioterapia.”</i>
E ₁	Capítulo 13 – Morfina, nicotina e cafeína	<i>“A minha equipe apresentou o cap. 13, sobre Morfina, Nicotina e Cafeína”, que falava sobre o contexto histórico de cada um, voltado para a parte química e como cada um trouxe impacto na sociedade de forma diferente, no livro até fala sobre o ser humano não</i>

		<i>conseguir mais viver sem essas moléculas alcaloides, pois trazem sensação de prazer e bem-estar.”</i>
E ₁₆	Capítulo 15 - Sal	<i>“O capítulo 15 apresentado por minha equipe mostrou a importância do sal desde a sua fórmula NaCl, na obtenção como matéria prima e suas dificuldades no século XX. Onde o sal se tornou uma espécie de “ouro branco” por que foi uma moeda de valor durante um certo tempo.”</i>
E ₉	Capítulo 16 – Compostos Cloro carbônicos	<i>“Entendi que as moléculas clorocarbônicas foram moléculas, que ajudaram muito a humanidade um certo período, mas que infelizmente seus benefícios contrastaram com seus custos, fora um preço alto a ser pago.”</i>

Fonte: Autora (2019).

A compreensão de fatores históricos é importante para formação de indivíduos socialmente conscientes, críticos e reflexivos do seu papel no mundo. No que tange o ensino de Química, o uso de temáticas que abordem a história dessa ciência e sua influência no conhecimento científico contribuem para uma melhor alfabetização científica.

“A construção do conhecimento ao longo dos tempos e os eventos relevantes no passado estão interconectados com o momento histórico, descobertas científicas foram e são permeadas por ações políticas, econômicas e sociais” (VIEIRA e SILVA, 2018). Segundo os autores, a História da Ciência está indissociável da história da humanidade, pois ambas constituem um único eixo e permitem um solo fértil para uma possível contextualização no ensino de ciências.

Nesse sentido, os capítulos estudados através da Situação de Estudo desenvolvida nessa pesquisa, aproximou os futuros docentes as temáticas geradoras de reflexões acerca da História da Ciência no processo de construção dos conhecimentos científicos e suas implicações para o desenvolvimento da sociedade que se tem hoje.

De acordo com o Quadro 5, percebe-se um melhor nível de maturidade nas descrições das respostas dos estudantes, em que, apresentam um entendimento sobre os assuntos apresentados nos capítulos do livro, sobretudo, quanto a compreensão da Química e sua influência no contexto histórico e científico e o quanto a ciência química está envolvida em eventos relevantes que desencadearam os avanços alcançados e desfrutados atualmente, como por exemplo, as moléculas abordadas nos capítulos estudados.

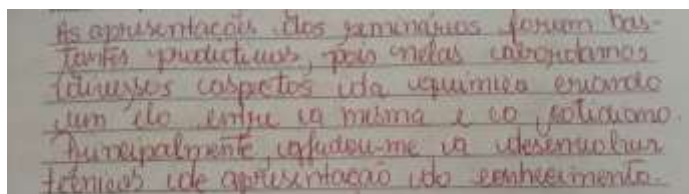
4.5 Análise do Questionário de Avaliação Metodológica

Buscou-se através desse questionário analisar os aspectos mais relevantes da SE de estudo aplicada na disciplina de História da Química, ao utilizar um livro de divulgação científica como um dos recursos bases dessa aplicação. Segue-se, portanto, nessa sessão, relatos dos participantes da pesquisa acerca da SE.

A primeira questão trouxe a seguinte indagação: ***“Quais aspectos através da Situação de Estudo na disciplina de História da Química contribuíram para sua formação inicial docente?”***.

As respostas foram diversificadas, onde cada participante discorreu com uma visão diferente, de acordo com o que fez mais sentido para si. Diante disso, as transcrições abaixo, resumem algumas respostas obtidas, ressaltando que os (21) vinte e um alunos responderam com colocações positivas acerca do que foi estudado.

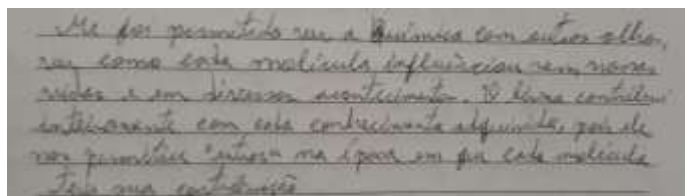
E₉



“As apresentações dos seminários foram bastantes produtivas, pois nelas abordamos diversos aspectos da química criando um elo entre a mesma e o cotidiano. Principalmente, ajudou-me a desenvolver técnicas de

apresentação do conhecimento.”

E₁₁



“Me foi permitido ver a química com outros olhos, ver como cada molécula influenciou em nossas vidas e em diversos acontecimentos. O livro contribui inteiramente em cada conhecimento adquirido, pois ele

permitiu “entrar” na época e que cada molécula teve sua contribuição.”

A criação e desenvolvimento das SE propostas pelo grupo em Unijiú, buscavam romper as visões lineares e fragmentas no ensino de ciências a partir de mudanças nos currículos escolares, que apesar das mudanças ocorridas na década de oitenta, não foram suficientes para que o ensino deixasse de ser meramente disciplinar.

Em nosso meio, por exemplo, na década de oitenta, frente a essa preocupação, professores de ciências vivenciaram um processo de mudança cujo desafio foi o de inserir, nas práticas do ensino de ciências, temas amplos de estudo trazidos da vivência social, que pudessem articular os aprendizados na escola. Importantes avanços foram então conseguidos, sobretudo os que permitiram dinamizar os processos de construção do conhecimento escolar, de modo a lhes conferir um maior grau de inter-relação, significação e relevância, além de criar uma cultura de trabalho coletivo entre os profissionais da educação. Hoje podemos dizer que isto não foi suficiente para romper

com a forma fragmentada e linear de formação escolar em ciências (MALDANER e ZANON, 2004, p. 2).

Essa proposta implicou em pesquisas e aplicações de temas amplos no processo de ensino, buscando inter-relacionar os conteúdos escolares com a vivência dos estudantes. “É essa vivência trazida para dentro da sala de aula que dinamiza e articula as inter-relações entre saberes, temas, conteúdos, conceitos, procedimentos, valores, atitudes, nos contextos de interação interdisciplinar, em uma situação de estudo” (MALDANER e ZANON, 2004, p.7).

Na formação de professores, tal aplicação se mostrou difícil de romper o caráter disciplinar de seu ensino, pois na prática, torna-se difícil desenvolver um ensino com características efetivamente interdisciplinares. Permanecendo assim o grande desafio, visto que, a fragmentação e linearidade continuam marcando o ensino de ciências nas escolas e na formação de professores em praticamente todo país (MALDANER e ZANON, 2004).

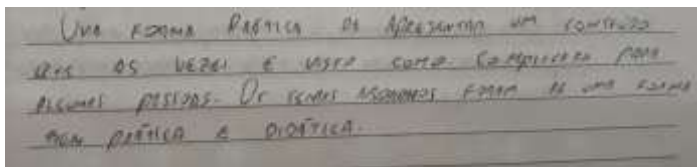
Nesse sentido, o grande desafio do professor será o de mudar o modo de ensino possibilitando aos discentes uma formação que permita a compreensão do mundo ao seu redor relacionando-o aos conhecimentos científicos. Para isso, torna-se imprescindível desenvolver um currículo que possibilite uma conexão entre os conteúdos trabalhos e a compreensão acerca da realidade complexa (BOFF; ROSIN e DEL PINO, 2012).

A SE proposta nesta pesquisa buscou elucidar aspectos da química presente na história da humanidade e o quanto essa ciência teve implicações positivas e negativas na sociedade. Através dessa abordagem contemplou-se, nas apresentações de seminários, uma maior autonomia dos discentes, sendo agentes ativos em seu processo de conhecimento, ao buscarem informações sobre os assuntos contemplados em suas apresentações.

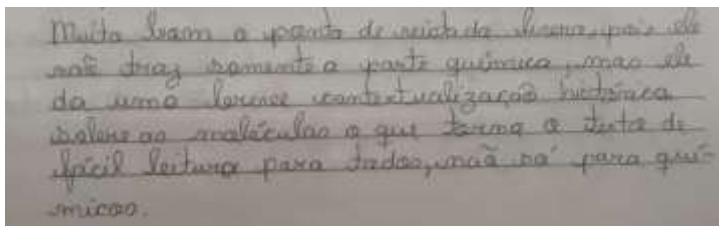
As oito moléculas estudadas através da SE contemplaram de maneira geral termos e conceitos químicos, biológicos, históricos, geográficos e culturais, proporcionando diversas possibilidades de exploração nos campos da ciência de maneira contextualizada e interdisciplinar. Buscou-se também através da SE proporcionar uma maior dinamicidade de possíveis metodologias de ensino a serem usadas tanto na formação inicial de professores quanto na educação básica pelos futuros docentes com uso de livros de divulgação científica.

Nesse sentido, a segunda questão indagou-se: ***“Como você avalia a contextualização dos conhecimentos químicos e históricos apresentados na obra Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História? Pediu-se ainda que justificassem suas respostas.***

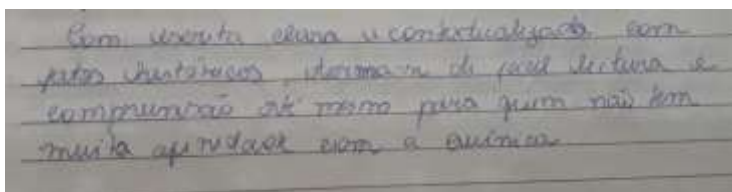
Nessa questão todos os estudantes responderam ser muito relevante e as justificativas foram diversificadas, conforme as transcrições abaixo:

E₅

“Uma forma didática de apresentar um conteúdo que às vezes é visto como complicado para algumas pessoas. Os temas abordados foram de uma forma bem prática e didática.”

E₇

“Muito bom o ponto de vista do livro, pois ele não traz somente a parte química, mas ele dá uma breve contextualização histórica sobre as moléculas o que torna o texto de fácil leitura para todos, não só para químicos.”

E₁₂

“Com escrita clara e contextualizada com fatos históricos, torna-se de fácil leitura e compreensão até mesmo para quem não tem muita afinidade com a química.”

De maneira curiosa e intrigante, este livro busca explicar alguns eventos mais importantes que marcaram, influenciaram e delinearam os rumos da história da humanidade com a Química. Discute ainda sobre o papel e a influência dessa ciência no desenvolvimento e na consolidação de eventos sociais, políticos e econômicos articulando situações cotidianas ao conhecimento teórico e científico de conteúdos trabalhados em disciplinas de Química (DEIMLING E VALDERRAMA, 2014).

O ensino de Química, na maioria das vezes, foca apenas numa linguagem algorítmica dos conteúdos, os quais são imprescindíveis para sua compreensão, porém, quando esse ensino é apresentado sem uma contextualização com a prática social e sem as diferentes dimensões que a caracterizam, pode prejudicar na compreensão sobre tais conteúdos e afastá-los da realidade concreta na qual estão inseridos (DEIMLING E VALDERRAMA, 2014).

Em uma pesquisa desenvolvida com esse livro, alguns aspectos relevantes citados por Simon (2009) é que a autora enfatiza o enquadramento dessa obra como divulgação científica, sobretudo, quanto a transformação de sua linguagem especializada para uma não especializada com o objetivo torná-la acessível a todos os públicos. “Moléculas orgânicas consideravelmente

complexas para a maioria das pessoas são tratadas de forma que parecem estar ao alcance de nossos olhos” (SIMON, 2009, p. 16).

Esse livro apresenta uma série de recursos que podem ser aliados ao processo de ensino e aprendizagem, sobretudo de Química, por ter uma linguagem entendível ao público que gosta de leitura e ciência. Seu uso numa disciplina de História da Química, assim como em uma de Metodologias no Ensino de Química faz todo sentido, por ser um livro rico em informações que podem ser trabalhadas de diferentes maneiras, tanto para o ensino superior quanto para o ensino médio no estudo de química orgânica, por exemplo.

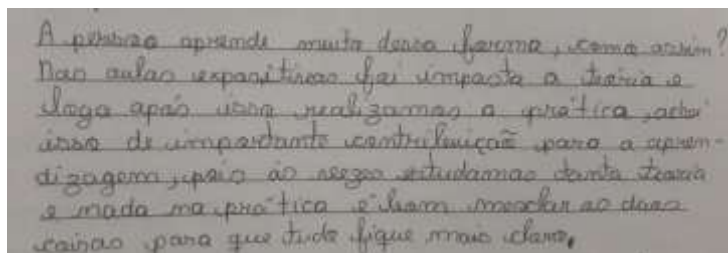
Os participantes avaliaram de forma positiva o uso desse livro como recurso na disciplina de História da Química, como pode ser visto pela transcrição dos estudantes E₅, E₇ e E₁₂, que ressaltam que a linguagem do livro torna sua leitura mais fácil atendendo públicos em geral.

Segundo o estudante E₅, o livro trata de forma didática conteúdos que são visto como complicados para algumas pessoas. Em relação a isso, já na introdução vê-se que existe um pequeno resumo sobre química orgânica contemplando as ligações simples e múltiplas no átomo de carbono, ângulos e cadeias, heteroátomos nas moléculas orgânicas e alguns grupos funcionais. Ao longo dos 17 capítulos os autores usam como recurso a marcação com setas e círculos nas partes mais importantes da molécula que está sendo discutida (SIMON, 2009).

Observou-se também, que o uso do livro possibilitou aos estudantes relacionarem conhecimentos científicos, cotidianos e de aspectos históricos relacionados aos capítulos estudados, facilitando, assim, a compreensão dos conhecimentos químicos presentes. Nesse sentido, a terceira questão trouxe a seguinte pergunta: ***“Você considera que as aulas ministradas através da Situação de Estudo (aula expositiva dialogada, aula prática laboratorial e seminários) foram satisfatórias para sua aprendizagem?”***

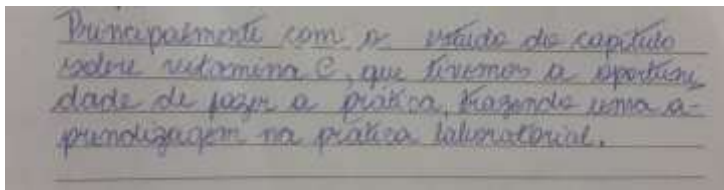
De acordo com as respostas analisadas, 90,47% respondeu que sim e 9,53% respondeu que não foram satisfatórias. Conforme as transcrições descritas a seguir:

E₇

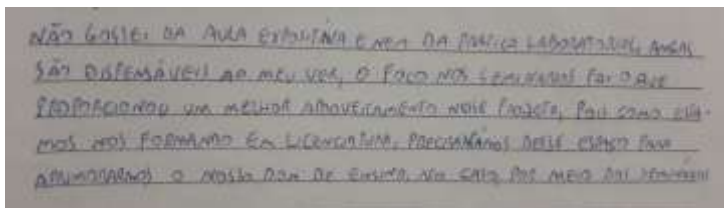


e nada na prática é bom mesclar as duas coisas para que tudo fique mais claro.”

“A pessoa aprende muito dessa forma, como assim? Nas aulas expositivas foi exposta a teoria logo após isso realizamos a prática, achei isso de importante contribuição para a aprendizagem, pois as vezes estudamos tanta teoria

E₂₁

“Principalmente com o estudo do capítulo sobre vitamina C, que tivemos a oportunidade de fazer a prática, trazendo uma aprendizagem na prática laboratorial.”

E₁₀

“Não gostei da aula expositiva e nem da prática laboratorial, ambas são indispensáveis ao meu ver, o foco nos seminários foi o que proporcionou um melhor aproveitamento nesse projeto, pois como estamos nos formando em licenciatura, precisávamos desse espaço para aprimorarmos o nosso dom de ensino, no caso, por meio dos seminários.”

como estamos nos formando em licenciatura, precisávamos desse espaço para aprimorarmos o nosso dom de ensino, no caso, por meio dos seminários.”

O uso de estratégias de ensino visam estimular diversas capacidades do estudante e ampliar os meios, modos, formas e jeitos que favoreçam a evidência de seus pensamentos, levando em consideração seus conhecimentos e individualidades, na qual, são essenciais para a escolha de quais estratégias aplicar (ANASTASIOU e ALVES, 2004).

Essa análise de quais estratégias utilizar é um desafio para os docentes que procuram romper com a prática tradicional de ensino e buscam estabelecer espaços interativos que oportunizam a substituição de saberes estáticos por conhecimentos abertos e dinâmicos, através de experimentações, vivências, reflexões, questionamentos e socializações intrapessoais, facilitando à aprendizagem significativa (SUTIL *et al.*, 2018).

Segundo Anastasiou e Alves (2004), na aula expositiva e dialogada é considerada toda e qualquer participação do estudante, quanto suas observações, que serão analisadas e respeitadas, independente da procedência e pertinência das mesmas quanto ao assunto abordado.

Na prática laboratorial também pode-se ver a relação entre teoria e prática na dinamicidade do conteúdo abordado e as relações com o cotidiano, a partir do uso de materiais alternativos, como os sucos de frutas naturais, industrializados e comprimido efervescente, facilmente encontrados em farmácias. Já os seminários, como anteriormente ressaltado ao longo dessa pesquisa, é uma prática que coloca o aluno em evidência de maneira ativa e o professor tem o papel de colaborar e facilitar no processo de aprendizagem.

Os alunos afirmaram, em sua maioria (90,45%) que a SE foi satisfatória para sua aprendizagem, sobretudo, ao aliar teoria e prática sobre o conteúdo ministrado através da aula expositiva dialogada, ressaltando que o conteúdo exposto pode ser entendido de maneira mais clara. O estudante E₉ respondeu que *“a partir da contextualização, o aprendizado tornou-se mais palpável”*.

Em contrapartida, dois (2) participantes responderam que as aulas ministradas não foram satisfatórias para seu aprendizado, exceto pelas apresentações dos seminários, que agregam valor à sua formação inicial docente, que segundo o E₁₀, esta estratégia de ensino aprimora seu dom de ensinar. O participante E₁₄ respondeu que *“Sou um aluno que aprende somente com o livro”*. A resposta do E₁₄ resume a forma que muitas vezes acontece no processo de ensino, aulas tradicionais com enfoque em memorizar conceitos e fórmulas tendo o livro como uma autoridade de onde o conhecimento emana. Desta forma, é compreensível a posição desses participantes quanto as metodologias aplicadas na através da SE.

Na quarta questão perguntou-se sobre a estratégia de seminários com a seguinte indagação: *“Como você avalia que a técnica de Seminário contribua para sua aprendizagem?”*

- (☒) *Preparação individual* (☐) *Preparação em equipe*
 (☐) *Pesquisas e leituras* (☐) *Desenvolve o diálogo e a timidez*
 (☐) *Outros. Pode marcar mais de uma opção. Sinta-se à vontade para discorrer sua experiência e de seu grupo na elaboração e preparação do seminário.*

Conforme as respostas dos alunos, as opções de preparação individual e pesquisas e leituras foram as mais selecionadas, em seguida a opção de que desenvolve o diálogo e a timidez e, por último, preparação em equipe. Logo, viu-se que nenhum aluno avaliou de forma negativa essa técnica, visto que, 90,47% discorreu sobre sua preparação e da equipe para apresentação e 9,53% deixou em branco, mas marcou uma das opções acima ou mais de uma.

As transcrições a seguir resumem algumas respostas das experiências dos participantes dessa pesquisa:

E₃

The image shows a handwritten response on a form with checkboxes. The checkboxes are: (x) Preparação individual, () Preparação em equipe, (x) Pesquisas e leituras, () Desenvolve o diálogo e a timidez, and () Outros. The handwritten text in Portuguese reads: "A preparação da exposição do conteúdo traz uma profundidade maior com o tema a ser abordado isso gera uma aprendizagem mais significativa. Da mesma forma, expor além de desenvolver o diálogo e timidez, fixa o conteúdo."

“A preparação da exposição do conteúdo traz uma profundidade maior com o tema a ser abordado isso gera uma aprendizagem mais significativa. Da mesma forma, expor além de desenvolver o diálogo e timidez, fixa o conteúdo.”

E₁₆

☒ Preparação individual ☐ Preparação em equipe
☐ Pesquisas e leituras ☒ Desenvolve o diálogo e a timidez
☐ Outros:

• Pode marcar mais de uma opção. Sinta-se à vontade para discorrer sua experiência e de seu grupo na elaboração e preparação do seminário.

O capítulo foi dividido entre os membros da equipe, todos elaboraram sua parte na apresentação no tempo proposto, sempre com um feedback para dúvidas que viesse a surgir durante a preparação do seminário. Foi bastante enriquecedor os conteúdos abordados.

“O capítulo foi dividido entre os membros da equipe. Todos elaboraram sua parte da apresentação no tempo proposto, sempre com um feedback para dúvidas que viesse a surgir durante a preparação do seminário. Foi bastante enriquecedor os conteúdos abordados.”

E₁₇

☒ Preparação individual ☒ Preparação em equipe
☒ Pesquisas e leituras ☒ Desenvolve o diálogo e a timidez
☐ Outros:

• Pode marcar mais de uma opção. Sinta-se à vontade para discorrer sua experiência e de seu grupo na elaboração e preparação do seminário.

Ler o capítulo foi fácil, mas houve a necessidade de buscar mais em outras fontes. A equipe trabalhou muito bem junta, e treinar em casa sozinho ajudou na preparação para o seminário. Falar em público costuma ser mais difícil nos minutos iniciais, mas depois se torna agradável (se tiver se preparado).

“Ler o capítulo foi fácil, mas houve a necessidade de buscar mais em outras fontes. A equipe trabalhou muito bem junta, e treinar em casa sozinho ajudou na preparação para o seminário. Falar em público costuma ser mais difícil nos minutos iniciais, mas depois se torna agradável (se tiver se preparado).”

O uso de seminários como estratégia de ensino no processo de aprendizagem têm tido crescente enfoque como metodologia tanto no ensino superior quanto no ensino médio (CABONESI, 2014; CAPPELATO; RIBEIRO e SACHS, 2019; VITORIANO *et al.*, 2015), sendo uma ferramenta relevante quando proposta e orientada conforme as finalidades que lhe são inerentes como uma abordagem fundamentada na pesquisa, em troca de informação, intercâmbio de saberes, discussões sobre a temática em estudo, comentário crítico e reflexivo sobre as conclusões alcançadas (CABONESI, 2014).

O seminário contribui na formação acadêmica do aluno desde o momento de coleta de informação até sua estruturação e exposição, podendo ser dividido em três etapas fundamentais para um bom desempenho desta estratégia, a saber: a) preparação e planejamento da apresentação, onde o docente expõe os objetivos a serem alcançados; b) execução do trabalho, pesquisa dos alunos, e posterior apresentação de suas ideias e conclusões sobre os temas determinados e, c) avaliação, análise e julgamento da pesquisa realizada e do desempenho dos alunos (SILVA, 2018).

Em pesquisa realizada por Paz, Nascimento e Silva (2016) com docentes do ensino superior sobre o uso de seminários em sala de aula, foi pontuado alguns pontos positivos e

negativos sobre essa estratégia. Os principais pontos positivos destacados: desenvolvimento da prática da oratória nos estudantes, aprofundamento do tema, dinamicidade no processo didático, desenvolvimento do senso crítico e espírito de equipe e ampliação da autonomia dos alunos. Já os pontos negativos percebidos destacam-se os alunos que não tem muito interesse pela técnica e não participam efetivamente no processo de planejamento e realização do estudo, timidez dos alunos e quando aplicado em turmas desestimuladas as apresentações acabam se tornando monótonas.

Em pesquisa realizada por Silva (2014) utilizando o seminário como estratégia de ensino através do livro “Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”, aponta que as principais vantagens constatadas foram uma boa integração entre os componentes dos grupos e entre os grupos; os alunos foram agentes ativos no processo de aprendizagem e realizaram um trabalho direcionado para uma aprendizagem significativa.

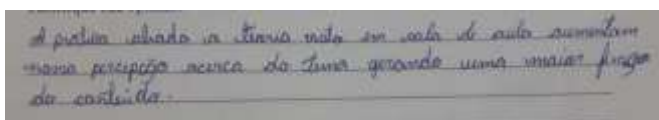
Conforme as transcrições das respostas, os participantes avaliaram de forma positiva a técnica de seminários e ressaltaram sobre sua experiência individual e em grupo. Como pode ser visto na resposta do E₁₆, em que relata sobre a troca de informações e ajuda dos membros da equipe e considerou bastante enriquecedor os conhecimentos abordados. Os participantes E₃ e E₁₇ destacam que ao se prepararem para apresentar, causa uma maior profundidade com o tema abordado e ainda salientam a necessidade de terem pesquisado em outras fontes além do capítulo do livro.

Por fim, a quinta questão perguntava: ***“Na sua opinião, a prática laboratorial contribuiu para fortalecer seus conhecimentos sobre o assunto de Ácido ascórbico trabalhado em sala?” Justifique sua opinião.***

De acordo com as respostas dos estudantes, 95,23% responderam que a prática laboratorial contribuiu e apenas 4,76% responderam que não contribuiu. Essa questão tem ligação com a terceira, visto que, pediu-se que analisassem as aulas ministradas na SE e dois estudantes avaliando de maneira negativa. Nesta questão, apenas o estudante E₁₀ justificou sua opinião.

As transcrições a seguir resumem as respostas da maioria, sobretudo ao ressaltar que a prática laboratorial aliou teoria e prática.

E₃



“A prática aliada a teoria vista em sala de aula aumentam nossa percepção acerca do tema gerando uma maior fixação do conteúdo.”

E₁₆

Justifique sua opinião.
SIM. A PRÁTICA LABORATORIAL CONTRIBUI DE FORMA
SIGNIFICANTE A UNIR A TEORIA E PRÁTICA.

“Sim. A prática laboratorial contribui de forma significativa a unir a teoria e prática.”

E₁₀

NÃO ACHO INTERESSANTE. MAS ISSO É APENAS MINHA OPINIÃO PESSOAL. OUTRAS
PESSOAS CERTAMENTE DEVEM TER SE FASCINADO COM A PRÁTICA E EU FIZ
FOI BOM MESMO.

“Não acho interessante. Mas isso é só minha opinião pessoal, outras pessoas certamente devem ter se fascinado com a prática e eu fico feliz por elas.”

“A aproximação entre a teoria e a prática confere significado ao conteúdo científico contextualizado e diminui as dificuldades decorrentes do nível de abstração inerente à natureza dos conceitos microscópicos” (LIMA, 2017, p. 92) e proporciona uma nova visão da química, sobretudo em turmas de ensino médio, que muitos tem uma visão estereotipada de que a ciência química é chata e difícil.

Segundo Guimarães (2009), a experimentação no ensino de ciências pode ser uma estratégia para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e estímulo a questionamentos pelos discentes. Nesse sentido, a abordagem da ciência por meio de experimentos didáticos contribui no aprendizado dos estudantes, pois na prática, motivados pela curiosidade, que os alunos buscam novas descobertas e questionamentos sobre diversos assuntos além de proporcionar uma aprendizagem mais significativa (MORAES e SILVA JUNIOR, 2015).

A avaliação dos participantes desta pesquisa foi bastante positiva em relação a aula prática no laboratório sobre o assunto de Ácido Ascórbico, visto primeiro em aula expositiva e dialogada e depois em aula prática. A exploração desse assunto contido no capítulo do livro de maneira contextualizada com o cotidiano dos estudantes, trouxe uma melhor compreensão dos fenômenos da natureza.

Conforme as respostas dos discentes E₃ e E₁₆ resumem a maioria das respostas obtidas. Interessante ressaltar que na questão três desse questionário, dois estudantes responderam que as aulas da SE, exceto os seminários, não tinham sido satisfatórias para sua aprendizagem. O E₁₀ continuou com seu posicionamento, mas não justificou e o E₁₄ que tinha respondido só conseguir aprender através do livro didático, respondeu agora que *“Deu para fixar melhor o conteúdo”*.

As respostas obtidas sobre a avaliação metodológica referentes a SE, revelam que a proposta desenvolvida foi positiva. Os relatos evidenciaram que a SE aplicada facilitou o

entendimento de assuntos contextualizados e históricos presentes no livro utilizado como base nessa pesquisa.

Buscou-se também através da SE proporcionar uma maior dinamicidade de possíveis metodologias de ensino a serem usadas tanto na formação inicial de professores quanto na educação básica pelos futuros docentes com uso de livros de divulgação científica.

Observou-se ainda, que o uso do livro possibilitou aos estudantes relacionarem conhecimentos científicos, cotidianos e de aspectos históricos relacionados ao capítulo do livro facilitando assim, a compreensão de conhecimentos químicos relacionados aos fenômenos científicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Situação de Estudo (SE) desenvolvida através dessa pesquisa, buscou contemplar aspectos que oportunizasse a promoção de uma aprendizagem significativa ao elucidar o estudo da ciência química presente na história da humanidade através de sua influência na sociedade, sobretudo, nos campos da economia, política, medicina e cultura.

Para isso, o livro *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”* foi utilizado como suporte na metodologia aplicada a fim de proporcionar uma aprendizagem mais crítica e reflexiva acerca dos assuntos abordados em uma disciplina de História da Química. Tendo em vista que essa disciplina na formação de professores busca compreender sob o ponto de vista histórico e filosófico aspectos e problemas associados à evolução dessa

ciência, considerando que a história é indispensável para compreensões de conteúdos específicos e questões referentes a natureza do conhecimento científico.

Propôs-se, então, a partir do livro elucidar aspectos históricos de maneira contextualizada através de alguns capítulos do livro, ao relacionar moléculas que aparentemente tiveram sua importância despercebida na sociedade. Diante disso, a pesquisa se desenvolveu através de uma Situação de Estudo, dividida em três etapas e foram trabalhadas de forma diversificada através de estratégias de ensino em sete encontros.

Diante dos resultados alcançados com o desenvolvimento dessa pesquisa, observou-se que a SE contribuiu efetivamente para o entendimento acerca dos assuntos trabalhados através do livro de divulgação científica *“Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”* na compreensão de conhecimentos químicos contextualizados e históricos, na qual é fundamental para formação humanística do futuro docente.

A prática laboratorial contribuiu para os alunos entenderem a relação entre a teoria e prática de forma contextualizada dos conhecimentos químicos abordados em sala, ao utilizarem materiais presentes no dia a dia para quantificar a quantidade de vitamina C nas amostras analisadas. Durante a realização da prática, evidenciou-se o interesse e motivação das equipes, fazendo jus a TAS, em que o interesse em aprender é um dos recursos facilitadores para ocorrência da aprendizagem.

O seminário foi uma estratégia de ensino mediadora no processo de aprendizagem visando uma Aprendizagem Significativa Crítica. Essa estratégia possibilitou o desenvolvimento individual e em grupo quanto a mobilização de pesquisas, de comunicação, de organização, de postura reflexiva e crítica. Foi possível haver troca de informações e significados por parte da turma e professor.

Através dos princípios facilitadores para uma Aprendizagem significativa Crítica foi possível perceber indícios de aprendizagem através dos princípios da interação social e questionamento, da não centralidade no livro, da não utilização do quadro de giz, onde o aluno tem postura ativa no processo de aprendizagem e do princípio do abandono da narrativa, de deixar o aluno falar. Essa estratégia foi bastante exitosa no desenvolvimento da pesquisa em facilitou o desenvolvimento do diálogo e timidez, além de propiciar o desenvolvimento individual e em equipe, um aprofundamento do tema e melhor preparação na prática docente.

Percebeu-se, no entanto, algumas fragilidades no decorrer da pesquisa, no que diz respeito a não se tratar de um conteúdo específico da ementa da disciplina ou analisar através da TAS de Ausubel sobre um conceito específico de Química, tornou-se, assim, mais difícil

perceber indícios dessa aprendizagem. Percebeu-se também que, os capítulos do livro são bem abrangentes, e por ter sido escolhido diversos capítulos, a pesquisa ficou solta, não abrangendo uma única temática.

Por fim, indica-se esse livro como uma boa ferramenta no processo de aprendizagem em diferentes disciplinas que compõem o currículo do curso de licenciatura em Química, e também na educação básica, sendo possível trabalhar através de uma perspectiva histórica, contextualizada, interdisciplinar os diversos assuntos abordados através das 17 moléculas que compõem os capítulos do livro.

Esta pesquisa, integra-se ao conjunto de trabalhos acadêmicos sobre o processo de ensino e aprendizagem na formação inicial de professores de química, mais especificamente no ensino de química envolvendo livros de divulgação científica como suporte nas diferentes estratégias de ensino envolvidas nesse processo, onde apresenta-se, baseado em referenciais teóricos e pesquisas semelhantes, algumas metodologias que podem ser usadas em vista de uma aprendizagem significativa envolvendo assuntos que tratem da história da química de forma que coloque o aluno como agente ativo em seu processo de aprendizagem.

Acredita-se que o estudo ora dissertado, possa contribuir de forma relevante para uma melhor fundamentação no meio acadêmico, no que se referem às estratégias no ensino de Química, ressaltando que não se trata de um modelo pronto e aplicável, pois as especificidades de cada turma e principalmente, de cada nível educacional, deve ser analisado pelo docente.

Os resultados obtidos nessa pesquisa não são conclusivos, mas consideramos de fundamental importância livros que divulguem a ciência numa linguagem mais acessível a todos os públicos como um suporte ao ensino de Química, seja no ensino superior ou educação básica, no que se refere ao auxílio para entendimento da história da ciência e construção dos conhecimentos científicos, além de contribuir para contextualizar conhecimentos químicos com o cotidiano. Diante disso, dependendo da proposta do docente, esse recurso pode ser facilitador no processo de aprendizagem nos mais diversos temas ligado às ciências.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBERTI, T. F.; ABEGG, I.; COSTA, M. R. J.; TITTON, M. **Dinâmicas de grupo orientadas pelas atividades de estudo:** desenvolvimento de habilidades e competências na educação profissional. Rev. bras. Estud. pedagog. (online), Brasília, v. 95, n. 240, p. 346-362, maio/ago. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeped/v95n240/06.pdf> Acesso: 03 de junho de 2018.

ALMEIDA, E. C.S.; SILVA, M.F.C.; LIMA, J.P.; SILVA, M.L.; BRAGA, C.F.; BRASILINO, M.G.A. Contextualização do ensino de química: motivando alunos de ensino médio. **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**, Salvador, BA, Brasil–17 a, v. 20, 2008.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processo de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 3. Ed. Joinville, SC: UNIVILLE, 2004.

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processos de Ensinagem na Universidade:** Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 5. ed. Joinville: Univille, 2007.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

_____. **The psychology of meaningful verbal learning.** New York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicología Educacional.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUTH, M. A. **Formação de Professores de Ciências Naturais na Perspectiva Temática e Unificadora.** Tese. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.

BARATIERI, S. M. BASSO, N. R. S; BORGES, R. M. R; ROCHA FILHO, J. B. Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 3, n. 3, p.19-31, jul. 2008. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID64/v3_n3_a2008.pdf>. Acesso em: 05 out 2019.

BASTOS, F. **História da Ciência e Ensino de Biologia.** Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 1998b.

_____. História da Ciência e pesquisa em ensino de Ciências: breves considerações. Construtivismo e Ensino de Ciências. In: NARDI, R. (org.) **Questões atuais no ensino de Ciências.** São Paulo: Escrituras, 1998a, p. 43-52.

BRAGA, E.M; ALVES, A.S; SANTOS, K. L. B; SÁ, P. R. C. Identificação e comparação de vitamina c por iodometria em sucos de laranja, comprimidos efervescentes e vitamina líquida. **56º Congresso Brasileiro de Química.** Belém do Pará, 2016. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/10/9792-20350.html>> Acesso em: 17 out 2019.

BELTRAN, M. H. R. **História da Ciência e Ensino,** São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2009.

_____. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. **Abakós**, v. 1, n. 2, p. 67-77, 2013.

BIKLEN, S.; BOGDAN, R. C. Investigação qualitativa em educação. **Porto: Porto Editora**, p. 134-301, 1994.

BISCAINO, A. P. **O enfoque histórico-filosófico da ciência no ensino e na formação inicial de professores de física**: estudo de caso com licenciandos em situação de estágio de docência. 2012. 176 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BOFF, E. T. O.; ROSIN, C. K.; DEL PINO, J. C. Situação de estudo: aproximações com as orientações curriculares nacionais e o livro didático. **Contexto e educação**. Ijuí. Vol. 27, n. 87 (jan./jun. 2012), p. 166-185, 2012.

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

BRASIL. Brasília. LEI Nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que orienta as diretrizes e bases da educação nacional. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB*. 5. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, 1996.

_____. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química - PARECER CNE/CES 1.303/2001. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6 nov. 2001.

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ensino Médio. Brasília, Distrito Federal, 2002, p. 199.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Política Nacional de Plantas Medicinal e Fitoterápico. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

_____. *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ Ensino Médio*: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2007.

CALLEGARIO, L. J; HYGINO, C. B; ALVES, V. L. O; LUNA, F. J; LINHARES, M. P. A História da Ciência no Ensino de Química: Uma Revisão. **Revista virtual de química**, v. 7, n. 3, p. 977-991, 2015.

CALIXTO, C. M. F.; CAVALHEIRO, E. T. G. **Penicilina**: Efeito do Acaso e Momento Histórico no Desenvolvimento Científico. *Química Nova*, Vol. 34, Nº3. 118-123. 2012.

CAPELLATO, Patrícia; RIBEIRO, Larissa Mayra Silva; SACHS, Daniela. Metodologias Ativas no Processo de Ensino-Aprendizagem Utilizando Seminários como Ferramentas Educacionais no Componente Curricular Química Geral. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 6, p. 2, 2019.

CARBONESI, M. A. R. M.; UNIVERSITÁRIO–UDF, Centro. O uso do seminário como procedimento avaliativo no ensino superior privado. **Centro Universitário–UDF [internet]. Disponível em:** < http://www.anpae.org.br/IBERO_AMERICANO_IV/G, v. 2, 2014.

CARVALHO, R. B. F.; ALMEIDA, A. A. C.; SILVA, A. A. C. A.; LEITE, D. B. C.; ATAIDE, M. C. E. S. Dificuldades apresentadas por alunos do ensino superior do curso de licenciatura química diante de situações-problema e questões retiradas de listas tradicionais. **ANNQ**, 2011. Disponível em <<http://www.annq.org/congresso2011/arquivos/1300242646.pdf>>. Acesso em 05 set. 2018.

CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. História da Ciência: como usá-la num curso de segundo grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n.3, p. 225 – 237, 1992.

CAVALCANTE, C. G. **Concepções alternativas sobre natureza da ciência no contexto da formação inicial de professores de Física do IFCE**. 2017. 191 f. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará IFCE, Fortaleza, 2017.

CHAIB, N. **Alquimia, Precursora da Química**. *Ciência a Mão*. 1981. Disponível em: <http://www.ciencia-mao.usp.br/dados/rec/_alquimiaprecursoradaquimicanagibchaibrevistadeens.arquivo.pdf>. Acesso em: 10 out 2018.

CHASSOT, A. I. A Ciência Através dos Tempos. São Paulo: **Moderna**, 1994.

_____. Alquimiando a química. **Química Nova na Escola**, v. 1, p. 20-22, 1995.

CORRÊA, R. G. **Formação Inicial de Professores de /química: Discursos, Saberes e Práticas**. 2015. 167 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Química Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2015.

COSTA, F. R. S.; ZANIN, A.P.S.; OLIVEIRA, T. A. L.; ANDRADE, M. A. B. S. As visões distorcidas da natureza da ciência sob o olhar da história e filosofia da ciência: uma análise nos anais dos ENEQ e ENEBIO de 2012 e 2014. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 4-20, 2017.

DEIMLING, N. N. M; VALDERRAMA, P. “Os botões de Napoleão” e a Química do Ensino Superior. **III Conferencia Latinoamericana Del International, History and Philosophy of Science Teaching Group IHPST- LA**, 2014.

DÍAZ, M. J. M. Enseñanza de las ciencias? Para qué? Revista Electrónica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 2, p. 57-63, 2002. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_2_1.pdf>. Acesso em: 05 out 2018.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017. Editora da USP, 1987.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2007. p. 3-21.

ERDURAN, S.; ADÚRIZ-BRAVO, A., NAAMAN, R. M. Developing epistemologically empowered teachers: examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. **Science & Education**, v. 16, n. 9-10, p. 975-989, 2007.

FARIAS, R. F. **Para gostar de ler a história da química**. Campinas, SP: Editora Átomo, 3ª edição, 2008b.

_____. **Para gostar de ler a história da química**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2ª edição, 2008a.

FERNANDES, D. M. S. **Utilização de softwares educacionais na diminuição da abstração no ensino-aprendizagem de química em nível superior**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Quixadá-Ce, 2014.

FERRAZ, D. F.; OLIVEIRA, J. M. As concepções de professores de ciências e biologia sobre a natureza da ciência e sua relação com a orientação didática desses profissionais. **Varia Scientia**, v. 6, n. 12, p. 85-106, 2006.

FERREIRA, L. M. **Atomismo**: um resgate histórico para o ensino de química. 2013. 172 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

FERREIRA, A. M. P; FERREIRA, M. E. M. P. A História da Ciência na formação de professores. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 2, p. 1-13, 2010.

FERREIRA, L. N. A; QUEIROZ, S. L. Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

FIGUEREDO, D. C.; EICHLER, M. L. Uma análise do currículo do curso de graduação - Química Licenciatura UFSC. **33º EDEQ**. 2013.

FILGUEIRAS, C. A. L. Origens da ciência no Brasil. **Química Nova**, v. 13, n. 03, p. 222-229, 1990.

FIORUCCI, A. R; SOARES, M. H. F. B; CAVALHEIRO, E. T. G. A importância da vitamina C através dos tempos. **Química Nova na Escola**, 2003.

FLICK, U. **A pesquisa qualitativa: relevância, história, aspectos**. Uma introdução à Pesquisa Qualitativa, p. 17-28, 2004.

FLORATO, T. C. M.; MARTINS, A.; PIETROCOLA, M. “Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos. In: **VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS**, Atas, Florianópolis, 2009.

FONSECA, F.; CAMARGO, S. A abordagem histórico-filosófica da ciência no ensino de física: uma quebra de paradigmas. **XII Congresso Nacional de Educação e V Seminário Internacional sobre Profissionalização Docente**, PUCPR, 2015.

FURIÓ, C. J. Tendências actuales en la formación del profesorado de Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 188-199, 1994.

GAGLIARDI, R. E.; GIORDAN, A. La história de las Ciencias: una herramienta para la enseñanza. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 4, n. 3, p. 253-258, 1986.

GANDOLFI, H. E. **A natureza da Química em fontes históricas do Brasil colonial (1748 - 1855):** contribuições da história da exploração mineral para o ensino de Química. 2015. 226 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

GATTI, S. R. T. **Análise de uma ação didática centrada na utilização da história da ciência:** uma contribuição para a formação inicial do docente de Física. 2005. 312f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

GEHLEN, S. T. **Temas e Situações Significativas no Ensino de Ciências:** Contribuições de Freire e Vigotski. 2006. 158 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. **Quim. Nova**, v. 33, n. 8, p. 1809-1814, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n8/33.pdf>>. Acesso em: 29 set 2018.

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.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GOLDFARB, A. M. A. **Da Alquimia à Química**. São Paulo: Nova Stella:

GONZÁLEZ, C. V. Reflexiones y Ejemplos de Situaciones Didáticas para una Adecuada Contextualización de los Contenidos Científicos en el Proceso de Enseñanza. **Revista Eureka sobre Ensenanza y Divulgación de las Ciencias**.v.1, n. 3, 2004.

GREENBERG, A. **Uma breve HISTÓRIA DA QUÍMICA – da alquimia às ciências moleculares modernas**. São Paulo: Blucher, 2009.

GUARNIERI, P. V; GATTI, S. R. T. A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Química: reflexões sobre a formação de professores a partir dos trabalhos apresentados nos ENPECs entre 2011 e 2015. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, 2017.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

GUMA, F. J; CORREA, M. S. História da Química. **DACQL**. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/daqui/index.html>>. Acesso em 05 out 2018.

HIRAYAMA, M. P. **As concepções de professores de química sobre a utilização de elementos da história e filosofia da ciência no ensino**. 2015. 218f. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. São Paulo, 2015.

KEPLER, I. **Harmonices mundi**. LIBRI v. Qvorvm, 1619.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1998.

LE COUTEUR, P; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LIMA, J. A. **Plantas medicinais como temática de contextualização para uma aprendizagem significativa das funções orgânicas oxigenadas**. 2017. 124 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

LIMA, J. O. G. Um olhar sobre a história do ensino de Química no Brasil. In: ROMERO, Marco Antônio Ventura; MAIA, Saulo Robério Rodrigues. **O ensino e a formação do professor de Química em questão**. Teresina: EDUFPI, 2013, 124 p, p. 12-28.

LIMA, J. O. G., Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 16, n. 140, p. 71-79, 2013.

LIMA, J.A; SAMPAIO, C.G; BARROSO, M. C. S. Contribuições de uma UEPS com experimentação para aprendizagem de funções orgânicas: percepção dos alunos. In: **Ensino de Ciências e Matemática: Experiências da formação continuada de professores na Pós-graduação do IFCE**. (Org): VASCONCELOS, F.H.L.; SAMPAIO, C.G.; VASCONCELOS, A.K.P.; BARROSO, M.C.S. Campinas, SP: Pontes Editores, 2018.

LOPES, A. O. Aula expositiva: superando o tradicional. In: VEIGA, Ilma P. A. (org.). **Técnicas de ensino: por que não?** 8.ed. Campinas: Papirus, 1999. p.35-48.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Temas Básicos de Educação e Ensino. São Paulo: UPU, 1986.

MACEDO, E.; LOPES, A. R. C. A estabilidade do currículo disciplinar: o caso das ciências. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Disciplinas e integração curricular: história e políticas**. p. 73-94. DP&A, Rio de Janeiro, 2002.

MACHADO, S. F. R.; WAGNER, C.; GOI, M. E. J. Abordagem da história da química em escolas de ensino médio de Caçapava do Sul/RS. 2014. Disponível em: <<http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/bitstream/riu/1030/1/Abordagem%20da%20hist%C3%B3ria%20da%20qu%C3%ADmica%20em%20escolas%20de%20ensino%20m%C3%A9dio%20de%20Ca%C3%A7apava%20do%20SulRS..pdf>> Acesso em: 10 nov 2018.

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores Pesquisadores**. 2ª Ed. Ijuí, Unijuí, 2003.

MALDANER, O. A. et al. Currículo contextualizado na área de ciências da natureza e suas tecnologias: a situação de estudo. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A (Org.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. p. 109-138. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MALDANER, O. A. **Situações de Estudo no ensino médio**: nova compreensão de educação básica. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 239-254.

MALDANER, O. A; ZANON, L. B. Situação de estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências. **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Editora Unijuí, p. 43-64, 2004.

MARQUES, D. M. **Dificuldades e possibilidades da utilização da história da ciência no ensino de química: um estudo de caso com professores em formação inicial**. 2010. 207 f. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru, 2010.

MARQUES, G. T. S. **História e Fundamentos da Química**. 1 Ed. Fortaleza: EDUECE, 2004.

MARQUES, D. M. Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 11, p. 1-17, 2015.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, L. A. P. **A História da Ciência e o Ensino de Biologia**. *Jornal Semestral do Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino e Ciência da Faculdade de Educação da Unicamp*, 5, 18-21, 1998.

MARTINS, M. M. A história da química através de 58 biografias. 2015. Disponível em: <<https://diariodeumquimicodigital.files.wordpress.com/2015/08/livro-v3.pdf>> Acesso em: 02 out 2018.

MARTINS, R. A. A História da Ciência e seus usos na educação. In: Silva, Cibelle Celestino (Org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: Subsídios para Aplicação no Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006, p. XXI – XXVI.

MARTINS, R. A. Sobre o Papel da História da Ciência no Ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira da História da Ciência**, 9, 3-5, 1990. Disponível em <<http://gpquae.iqm.unicamp.br/eppeq.html>>. Acesso em: 29 set 2018.

MASETTO, M. T. **Competência Pedagógica do Professor Universitário**. São Paulo: Summus, p. 194, 2003.

MATTHEWS, M. R. "Historia, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação". **Caderno Catarinense de ensino de física**, v. 12, n.3, p. 164-214, dez 1995.

_____. History, philosophy and science education: the present reapproachment. **Science & Education**, v. 1, n. 1, p. 11-47, 1992.

MC COMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature science. **Science & education**. N.17, p. 249-263, 2008.

MINAYO, M. C. S (org.). **Pesquisa Social**. Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem significativa e sua implementação em Sala de Aula**. Brasília: /editora da Universidade de Brasília, 2006.

_____. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

_____. O que é a final aprendizagem significativa? **Curriculum**, La Laguna, v. 25, p. 29-56, 2012.

_____. Organizadores prévios e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**, Vol. 7, Nº. 2, 2008 , pp. 23-30.

_____. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1999.

_____. Aprendizagem Significativa Crítica. Disponível em:
<<http://moreira.if.ufrgs.br/apsigcritport.pdf>> Acesso em: 20 set. 2019.

_____. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – V1(3), pp. 25-46, 2011.

MOREIRA, M. A; MASINI, E. A. F. S. Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel. 2ª ed. São Paulo, **Centauro**, 2006.

MORA, A. M. S. **A divulgação da ciência como literatura**. Tradução Silvia Pérez Amato. Rio de Janeiro: UFRJ. 2003.

MORAES, J. U. P.; SILVA JUNIOR, R. S. Experimentos didáticos no ensino de física com foco na aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**, V4, N.3, pp. 61-67, 2014.

MOURA, B. A.; SILVA, C. C. Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 336-348, jul./dez. 2014.

NASCIMENTO, H. H. F; CAMPOS, A. F; ALMEIDA, M. A. V. Desenvolvimento Conceitual na Formação Inicial de Professores de Química: Evolução de Concepções sobre a Natureza da Ciência Orientada por um Programa em História da Química. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. Vol. 5, n. 1. jan./jun. 2015.

OKI, M. C. M. **A história da química possibilitando o conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos**: um estudo de caso numa disciplina do curso de química da UFBA. 2006. 430 f. Tese (Doutorado) - Ufba, Salvador, 2006.

OKI, M. C. M. O Conceito de Elemento da Antiguidade à Modernidade. **Química Nova na Escola**. n. 16, nov. 2002.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

PAZ, E. C; SILVA, J. P; NASCIMENTO, P. L. S. Seminário como estratégia na prática docente do ensino superior. **Educação no Século XXI-Volume 47 Formação Docente Tecnologia na Educação**, p. 28. III CONEDU, 2016.

PEREIRA, D. C. **Epistemologia e História da Química**. Faculdade de Ciências – Universidade do Porto. 2009.

PEREIRA, G. J. S. A.; MARTINS, A. F. P. A inserção de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico no currículo dos cursos de licenciatura em física e em química da UFRN: uma análise comparativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 229-258, 2011.

PETRUCCI, V. B. C.; BATISTON, R. R. Estratégias de ensino e avaliação de aprendizagem em contabilidade. In: MELO, Fábio Thomaz. **As estratégias utilizadas no processo de ensino e aprendizagem**: concepções de alunos e professores de educação física. Revista Internacional de Educação Superior. Campinas, SP, v. 4, n. 2, p. 438-455, maio/ago, 2018.

PIRES, Y. S. A; NUNES, M. L. R. L; ANDRIOLA, W. B. O seminário como instrumento de avaliação. **Acesso em**, v. 3, 2013.

POLITO, A. M. M.; SILVA FILHO, O. L. A filosofia da natureza dos Pré-Socráticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 323-361, 2013.

PROPPOLINO, G. G. **Utilizando a abordagem histórica com experimentação para trabalhar conceitos de Química no Ensino Médio**. 2014. 135 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação Tecnológica Celso Sukcow da Fonseca, CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2014.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. Estudos de caso no ensino de ciências naturais. **São Paulo: Art Point**, 2016.

REALE, G.; ANTISERI, D. **História da Filosofia: Antiguidade De Idade Média**. v.1. 3. Ed. São Paulo: PAULUS, 1990.

REIS, A. S.; SILVA, M. D. B.; BUZA, R. G. C. **O uso da história da ciência como estratégia metodológica para a aprendizagem do ensino de química e biologia na visão dos professores do ensino médio.** v. 5, p. 1-12, 2012.

RESSETI, R. R. A Alquimia. 2000. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/iosef077/a-alquimia>>. Acesso em 22 set. 2018.

RIBEIRO, L. V; CUNHA, E. V; CAVALCANTE, E. A; BENEVIDES, J. A. J. A Importância do uso do Seminário como Critério Avaliativo e de Relevância para o Processo de Aprendizagem. **VI Congresso Internacional em Avaliação Educacional**, 2015.

RHEINBOLT, H. A Química no Brasil. In: AZEVEDO, F. (Org.). **As Ciências no Brasil.** São Paulo: Melhoramentos, v. 2, p. 9-89, 1994.

ROZENBERG, I. M. **Química Geral.** São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química.** 2. ed. Campinas Átomo, 2010.

SANTOS, E. P.; AQUINO, G. B.; GUEDES, J. T. **A contextualização no ensino de Química no Ensino Médio: um estudo de caso no Colégio Estadual Presidente Costa e Silva.** 4º - Encontro de Formação de Professores e 5º Fórum Permanente de Inovação Educacional – Edição Internacional. ISSN 2179-0663. Universidade Tiradentes, Aracaju- SE, Junho, 2011.

SANTOS, N. P.; FILGUEIRAS, C. A. L. O primeiro curso regular de Química no Brasil. **Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 361-366, 2011.

SANTOS, S. B. **A História da Química como disciplina:** um estudo dos cursos de Licenciatura em Química das Universidades do Estado da Bahia. 2013. 165 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores, Jequié, Bahia, 2013.

SANTOS, S. A; LUCA, A. G. “Os botões de Napoleão”: moléculas de glicose e ácido ascórbico contextualizadas química e biologicamente. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 9, p. 107-122, 2014.

SANTOS, W. L. C.; SCHNETZLER, R. P. “Função social: o que significa o ensino de química para formar cidadãos?” **Química Nova na Escola**, n., Nov, 1996.

SARAIVA, F. A. **Concentração de soluções no ensino médio:** o uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa. 2017. 94 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2017.

SARAIVA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P.; BARROSO, M. C. S. Teoria da Aprendizagem Significativa: aspectos bibliográficos aplicados ao ensino de Química. In: **Ensino de Ciências e Matemática:** Experiências da formação continuada de professores na Pós-graduação do IFCE. (Org): VASCONCELOS, F. H. L.; SAMPAIO, C. G.; VASCONCELOS, A.K.P.; BARROSO, M. C. S. Campinas, SP: Pontes Editores, 2018.

SCAFI, S. H. F. Contextualização do ensino de química em uma escola militar. **Química nova na escola**, v. 32, n. 3, p. 176-183, 2010.

SCHEFFER, E. W. O. **Química: ciência e disciplina curricular, uma abordagem histórica**. 1997.157f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

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

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 1, n. 1, 1995.

SILVA, A. N.; PATACA, E. M. O ensino de equilíbrio químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a primeira guerra mundial. **Revista Química Nova na Escola**, v. 40, n. 1, p. 33-43, 2018.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. A natureza da luz e o Ensino da Óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da História e da Filosofia da Ciência no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 71-91, 2010.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Visões de contextualização de professores de química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, 2010.

SILVA, J. F. Didática no Ensino Superior: estratégias de ensino adequadas à arte de ensinar. **Educação Por Escrito**, v. 9, n. 2, p. 204-219, 2018.

SILVEIRA, L. A. **Experimentação no ensino de química no tópico chuva ácida**: estratégia de ensino na formação inicial docente usando o contexto da aprendizagem significativa. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. 114f. 2018.

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química: idéias e proposições de um grupo de professores**. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, E. M. F. **Práticas educativas: o uso do estudo dirigido e do seminário e suas contribuições para a aprendizagem significativa em química no 3º ano do ensino médio**. 2014. 184 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SIMON, N. M. **Literatura de divulgação científica no Ensino de Química**. 2009. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

- SOBRINHO, C. L. S. S. **A Aplicação do Ensino de História da Ciência em uma Aprendizagem Significativa da Disciplina de Química**. 2010. 155 f. Dissertação de Mestrado. Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Duque de Caxias, 2010.
- SOUZA, J. C.; PRADO, A. L. A.A.; BORGES, I. L.; CAVALCANTE, M. C. M.; KUHNEN, R. F.; TORRES FILHO, R. R.; MOURA, C.R.; STEIN, E.; DEVEGILI, A.; FLOR, P. F.; REGIS, F. **Os Pré-Socráticos: Fragmentos, Doxografia e Comentários**. Os Pensadores. São Paulo: Nova Cultural, 1996.
- STRACK, R; LOGUÉRCIO, R; DEL PINO, J. C. Percepções de professores de ensino superior sobre a literatura de divulgação científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 15, n. 2, p. 425-442, 2009.
- SUTIL, T; FREITAS, M. D; LIMA, B. F; Bittencourt, R. L. O estudo do meio como estratégia de ensino na educação superior. **Revista Internacional de Formação de Professores**, v. 3, n. 1, p. 109-121, 2018.
- TEIXEIRA, R. R. P.; TEIXEIRA, W. R. G. **Os Botões de Napoleão, A História da Química e a Educação Científica**. Sinergia, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 9 -16, jan./jun. 2007.
- TRINDADE, D. F. História da Ciência: uma possibilidade interdisciplinar para o ensino de ciências no Ensino Médio e nos cursos de formação de professores de ciências. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, Vol. 4, Nº. 2, p. 257-272, jul | dez 2011.
- TRINDADE, L. S. P.; TRINDADE, D. F. **Os caminhos da ciência e os caminhos da educação em sala de aula: Ciência, História e Educação na Sala de Aula**. São Paulo: Madras, 2007.
- TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: editora Altas, 1987.
- UTIYAMA, J.; LUPPI, M. A. R. Estratégias de ensino: A docência no curso de Educação Física. **II JORNADA DE DIDÁTICA E I SEMINÁRIO DE PESQUISA DO DEMAD**, 2013.
- VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SoCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.
- VIANA, H. E. B; PEREIRA, L. S; OKI, M. C. M. A História da Química como disciplina de graduação: Levantamento de concepções de graduandos do IQ/UFBA. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 4, p. 6-12, 2011.
- VIANNA, J.; RIBAS, F. K.; MALDANER, O. A. As interações discursivas e a distribuição do tempo em aulas de Química com base em situação de estudo. **Momento-Diálogos em Educação**, v. 20, n. 2, p. 43-53, 2011.
- VIDAL, B. **História da Química**. Tradução Antonio Filipe Marques. Lisboa: Edições 70, 1986.

VIEIRA, L. B. G.; ALMEIDA, C. L. S.; PIMENTA, S. S.; GUIMARÃES, T. S.; MASSENA, E. P. Situação de Estudo: tendências de teses e dissertações na área de Ensino de Ciências. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.

VIEIRA, M. A. **Idade dos Metais**. Linha do tempo. 2014. Disponível em: <http://web.ccead.pucrio.br/condigital/mvsl/linha%20tempo/Idade_Metais/pdf_LT/LT_idade_dos_metais.pdf> Acesso em: 06 out 2018.

VIEIRA, C. A; SILVA, A. A História e a Química das Especiarias: Experiência de Aula Interdisciplinar para Estudantes do Ensino Médio. Revista Brasileira de Educação e Cultura| RBEC| ISSN 2237-3098, n. 16, p. 57-70, 2018.

VILAR, L. Seguindo os passos da História: a alquimia. 2010. Disponível em: <http://seguindopassoshistoria.blogspot.com/2010/09/alquimia_09.html> Acesso em: 22 set 2018.

WARTHA, E. J.; GÓIS, C. B.; SILVA, W.; LIMA, K. M.; BOMFIM, M.J. Formação Inicial e Continuada de professores na construção de sequências de ensino e aprendizagem de Química. **Revista de Extensão Universitária da UFS**, v. 1, n. 2, 2014.

YIN, R. K. **Case Study Research: design and methods**. 2 ed. London: Sage, 1984.

_____. **The Case Study Method: an annotated bibliography**. Washington, DC: COSMOS Corporation. 1983.

_____. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZABOT, L. A. A; FOLLADOR, F. A. C. Química com Arte: Uma Breve História da Ciência Química. **CADERNOS, P. D. E.** Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor pde. V.1.2014. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_unioeste_qui_artigo_giovana_fiori.pdf> Acesso em: 02 out 2019.

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



APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado participante,

Esta pesquisa é sobre o uso da contextualização histórica utilizando a Obra “*Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História*” no ensino de Química. Pedimos a sua participação para corroborar com a investigação assim como no preenchimento dos instrumentos que são partes integrantes da pesquisa que visa fundamentar a dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (PGECEM/IFCE).

Pedimos a sua autorização para que os dados aqui fornecidos possam ser utilizados na dissertação e futuras publicações. O estudo será desenvolvido por Gabriela Clemente Brito Saldanha, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (PGECEM/IFCE), localizado na Avenida 13 de maio, 2081, *Campus* Fortaleza, CEP 60040-531, Fortaleza, telefone (85) 3307.3681. A orientadora do estudo é a professora Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos.

O objetivo geral da pesquisa é analisar os indícios de Aprendizagem Significativa (AS) baseada na contextualização dos conhecimentos químicos e históricos a partir de uma abordagem da Obra: “*Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História*” na disciplina de História da Química do IFCE – *Campus* Maracanaú. A pesquisa irá abordar através da obra utilizada as diversas transformações sociais que a Química produziu ao longo da história da humanidade.

Solicitamos a sua colaboração para a execução desse estudo, no sentido de autorizar a sua participação a fim de fornecer as informações que lhe forem solicitadas, por meio de questionários. Solicitamos sua permissão para que os processos de coleta de dados sejam gravados como também sua autorização para apresentar e publicar os resultados desse estudo em eventos e periódicos da área da educação, com ressalva de que o nome do (a) participante será mantido em sigilo ou iremos utilizar um codinome (por exemplo “Estudante A”). Após o termino deste, todas as informações serão guardadas comigo e o acesso somente será meu e da minha orientadora.

Caso decida não participar da pesquisa, ou resolver a qualquer momento desistir da mesma, não sofrerá nenhum dano. Informamos que todos os procedimentos metodológicos escolhidos para a pesquisa não oferecem riscos previsíveis à saúde. O pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Agradecemos antecipadamente sua contribuição.

De acordo com o texto acima, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para participação da pessoa que sou responsável para participar da pesquisa e para publicação dos resultados.

Instituição do participante: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Maracanaú.

Nome completo:

Curso: _____

Semestre: _____

Assinatura do participante

Assinatura da pesquisadora

_____, _____ de _____ 2019.

Agradeço pela colaboração!

Gabriela C. B. Saldanha

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática – IFCE Campus Fortaleza



APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO INICIAL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA –
(PGECM)

Mestranda: Gabriela Clemente Brito Saldanha

Orientadora: Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Caro participante esse questionário têm como objetivo identificar os conhecimentos prévios sobre a contextualização dos conhecimentos de Química e suas implicações na formação de professores.

Nº de identificação: _____

A – Dados pessoais

1. Sexo: () Masculino () Feminino
2. Idade; _____ anos

B – Dados relacionados aos conhecimentos prévios sobre História da Química

1. Você acha que a Química tem papel importante no seu cotidiano?
 () Sim () Não Por quê? Comente.

2. Ao longo da sua formação (Ensino Médio e graduação), você se lembra de alguma aula onde o contexto histórico químico foi relacionado ao conteúdo/conceito durante a abordagem pelo seu professor?
 () Sim () Não Descreva.

3. Para você, qual a importância da disciplina de História da Química na sua graduação?

() Muito relevante () Pouco relevante () Irrelevante

Justifique.

4. Ao estudar sobre a História da Química: (Alquimia, história dos elementos da Tabela Periódica, Química Moderna, dentre outros conteúdos) sua impressão sobre essa ciência mudou?

() Sim () Não Comente.

5. Qual descoberta proporcionada pelos conhecimentos químicos que mais lhe chama atenção?

6. Com base na questão anterior, você acredita que essa descoberta influenciou de que forma na sociedade?

7. Você já teve alguma aula (Ensino Médio ou graduação) com o uso de algum livro de divulgação científica que não fizesse parte dos livros didáticos normalmente utilizados?

() Sim () Não Comente.

C – Dados relacionados aos conhecimentos prévios sobre contextualização no Ensino de Química

1. Sobre a contextualização no Ensino de Química, você acredita que seja importante essa abordagem?

() Sim () Não

Comente sua experiência com a contextualização de algum conteúdo que tenha estudado.

2. Como você costuma ingerir Vitamina C?

() De forma Natural (frutas)

() De forma industrializada (comprimidos efervescentes) Comente.

3. Quais alimentos naturais contêm apreciáveis quantidades de vitamina C?

D - Questões sobre Estratégia de Ensino

1. Você já apresentou seminário?

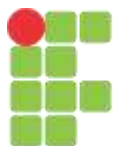
() Sim () Não

Descreva sua experiência de aprendizagem.

Agradeço pela colaboração!

Gabriela C. B. Saldanha

Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática – IFCE *Campus* Fortaleza



INSTITUTO FEDERAL
CEARÁ
Campus Fortaleza

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECM

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO FINAL

Mestranda: Gabriela Clemente Brito Saldanha

Orientadora: Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Caro participante esse questionário possui como objetivo identificar os possíveis indícios de uma aprendizagem significativa referentes às temáticas abordadas nesse projeto através da disciplina de História da Química utilizando a obra *“Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”*.

Nº de identificação: _____

A – Dados relacionados aos conhecimentos adquiridos pós Situação de Estudo

- Qual a importância que a Química desempenhou ao longo da história na sociedade moderna?

() Muita importância () Relevante importância () Nenhuma.

- Se sua resposta foi positiva, justifique sua resposta descrevendo os aspectos que essa ciência contribui para a sociedade.

- Qual (is) descoberta (s) proporcionada (s) pelos conhecimentos químicos mais lhe chama (m) atenção?

Justifique sua resposta.

3. Com base na questão anterior, de que forma essa descoberta influenciou na sociedade e quais implicações (positivas ou negativas) pode-se desfrutar da mesma?

Justifique sua resposta.

B – Dados relacionados aos conhecimentos sobre contextualização no Ensino de Química

1. Quais alimentos naturais contém apreciáveis quantidades de vitamina C?

2. Sobre a prática no laboratório da quantificação de vitamina C nos sucos (fruta e de caixinha industrializada) e do comprimido efervescente, em qual das amostras analisadas apresentou maior quantidade de vitamina C? Discorra sobre suas observações e cálculos feitos.

3. Sobre o capítulo do livro “*Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*” apresentado por sua equipe no seminário, explique o que você entendeu sobre o assunto.

E qual a importância da molécula estudada para o meio científico e a sociedade.



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECM

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO METODOLÓGICA

Mestranda: Gabriela Clemente Brito Saldanha

Orientadora: Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Caro participante esse questionário possui como objetivo identificar o seu conhecimento sobre a Situação de Estudo (SE) aplicada utilizando a obra “*Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História*” destacando os aspectos relevantes da SE bem como o que precisa ser melhorado.

Nº de identificação: _____

A – Visão dos participantes sobre a Situação de Estudo desenvolvida

1. Quais aspectos através da Situação de Estudo na disciplina de História da Química contribuíram para sua formação inicial docente?

2. Como você avalia a contextualização dos conhecimentos químicos e históricos apresentados na obra “*Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que mudaram a História*”?

() Muito relevante () Pouco relevante () Irrelevante

Justifique.

3. Você considera que as aulas ministradas através da Situação de Estudo (*aula expositiva dialogada, aula prática laboratorial e seminários*) foram satisfatórias para sua aprendizagem?

() Sim

() Não.

Justifique.

4. Como você avalia que a técnica de Seminário contribua para sua aprendizagem?

() Preparação individual

() Preparação em equipe

() Pesquisas e leituras

() Desenvolve o diálogo e a timidez

() Outros.

- Pode marcar mais de uma opção. Sinta-se à vontade para discorrer sua experiência e de seu grupo na elaboração e preparação do seminário.

5. Na sua opinião, a prática laboratorial contribuiu para fortalecer seus conhecimentos sobre o assunto de *Ácido ascórbico* trabalhado em sala?

() SIM

() NÃO

Justifique sua opinião.



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECM

Mestranda: Gabriela Clemente Brito Saldanha

Orientadora: Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

APÊNDICE E - ANÁLISE QUANTITATIVA DE VITAMINA C CONTIDA NOS
ALIMENTOS (IODOMETRIA)

Conceitos estudados: Vitamina C, Escorbuto e titulação.

Objetivo: Determinar a quantidade de vitamina C que está presente em sucos de frutas e comprimido efervescente pelo método de titulação.

Problematização/ contextualização: O escorbuto é uma doença causada pela falta de vitamina C na dieta alimentar. Como o corpo humano não pode sintetizar vitamina C, é fundamental que ela seja incorporada por meio da ingestão diária de alimentos ricos nessa vitamina, como frutas e verduras para evitar a sua deficiência e, conseqüentemente, o surgimento dos sintomas do escorbuto. Porque é importante o conhecimento do teor de vitamina C dos alimentos?

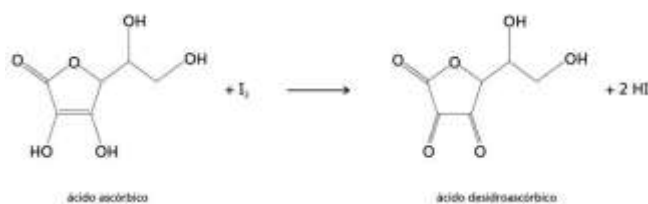
Fundamentação teórica:

A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, foi uma das primeiras vitaminas, que desempenhou um papel no estabelecimento da relação entre uma doença e sua prevenção a partir de uma dieta apropriada. A doença, o escorbuto, é conhecida há anos e uma descrição foi feita por Jacques Cartier, um explorador do continente americano do século XVI: “...Alguns perderam peso e não se tinham em pé, outros tinham sua pele degenerada que caíam-lhes pedaços”. A prevenção do escorbuto se faz com alimentação rica em vegetais frescos e frutas.

O requerimento diário mínimo de vitamina C para prevenir o escorbuto, é de 60 mg. Algumas pessoas, dentre elas a mais proeminente que foi Linus Pauling, duas vezes Nobel, sugerem mega doses de vitamina C (250 – 10.000 mg/dia) para prevenir câncer e etc.

Neste experimento vamos determinar o conteúdo de vitamina C em certos alimentos pela titulação da solução com uma forma solúvel do iodo em água, I_3^- .

A vitamina C é oxidada por I_2 (como I_3^-), de acordo com a reação química seguinte:



Quando a vitamina C é oxidada pelo iodo, I_2 , torna-se reduzido para iodeto (I^-). Quando o ponto final é alcançado (toda vitamina C é oxidada), o excesso de I_2 vai reagir com um indicador amido para formar um complexo amido-iodado que é azul escuro. É importante saber, que a vitamina C é muito estável quando seca, sendo prontamente oxidada pelo oxigênio do ar quando em solução, portanto, uma solução de vitamina C não deve ser exposta ao ar por muito tempo.

Material utilizado:

Bureta de 50 mL ou 25 mL	Pipeta volumétrica de 10 mL
Erlenmeyer de 125 mL	Bequer de 100 mL
Sucos de frutas e comprimido efervescente	Solução de amido a 2%
$0,027 \text{ mol.L}^{-1}$ de iodo em iodeto de potássio	

Procedimento

1. Com uma pipeta volumétrica retire uma alíquota de 10 mL de um dos sucos de frutas que desejar analisar e transfira para um erlenmeyer de 125 mL. Depois adicione 20 mL de água destilada e 5 gotas de amido a 2%. (Repita o mesmo procedimento novamente para fazer a análise em duplicata).
2. Usando uma pipeta volumétrica, retire uma alíquota de 10 mL da solução do comprimido efervescente e transfira para um erlenmeyer de 125 mL. Depois adicione 5 gotas de amido a 2%. (Repita o mesmo procedimento novamente para fazer a análise em duplicata).
3. Ponha o frasco que contém a amostra de Vitamina C em baixo da bureta e adicione a solução de iodo gota a gota enquanto agita, até que o indicador mude para azul escuro. Anote no quadro o a leitura do volume inicial e final da bureta para cada titulação.

Anotações sobre o experimento:

Tipo do suco de fruta: _____

Resultados da titulação:

Tipos de leitura	Amostra 1 (10 mL)	Amostra 2 (10 mL)
a. Leitura inicial da bureta	_____ mL	_____ mL
b. Leitura final da bureta	_____ mL	_____ mL
c. Volume total da solução de iodo usada (b-a)	_____ mL	_____ mL

Comprimido efervescente:

Tipos de leitura	Amostra 1 (10 mL)	Amostra 2 (10 mL)
a. Leitura inicial da bureta	_____ mL	_____ mL
b. Leitura final da bureta	_____ mL	_____ mL
c. Volume total da solução de iodo usada (b-a)	_____ mL	_____ mL

Calcule o volume médio gasto nas titulações: ($V_{\text{final}} - V_{\text{inicial}}$)

A quantidade de vitamina C pode ser calculada a partir do uso de um fator de conversão que é o seguinte:

1 mL de I_2 (0,027M) _____ 4, 752 mg de ácido ascórbico

Calcule a quantidade de Vitamina C presente no suco de fruta analisado e no também no comprimido efervescente industrial:

REORGANIZANDO CONCEITOS:

- 1) Quais alimentos naturais contém apreciáveis quantidades de vitamina C?
- 2) Qual é o requerimento diário mínimo de vitamina C, para prevenir o escorbuto nos adultos?
- 3) Quais são as mega doses de vitamina C prescritas por Pauling?
- 4) O que dá a cor azul em sua titulação?
- 5) Escreva uma equação química, que mostre como a vitamina C é oxidada pelo iodo.



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECEM

Orientadora: Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Mestranda: Gabriela Clemente Brito Saldanha

APÊNDICE F – FICHA DE AVALIAÇÃO DOS SEMINÁRIOS

TEMA: _____

ESTUDANTE: _____

Critérios	Nota máxima	Nota atribuída
Uso adequado do tempo (20-30 minutos)	1,0	
Organização e planejamento da exposição	1,0	
Postura (gestos, movimentação, olhar, voz)	1,0	
Recursos didáticos (imagens, textos, vídeos)	1,0	
Domínio do assunto	3,0	
Apresentação (clareza, objetividade)	3,0	
Total	10,0	



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECM

APÊNDICE G – PERGUNTAS DA ENTREVISTA

Orientadora: Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Mestranda: Gabriela Clemente Brito Saldanha

Essa entrevista tem o objetivo de conhecer a percepção do professor sobre a disciplina de História da Química, sobre sua importância e forma como é ministrada.

A – PERFIL DO PROFESSOR

1. Qual sua formação inicial (graduação)? Qual sua formação em nível de pós-graduação?
2. Você tem alguma formação específica em História da Química?
3. Há quanto tempo ministra essa disciplina no curso de Licenciatura em Química?

B – CONTEÚDOS DE HISTÓRIA DA QUÍMICA

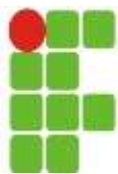
4. Em sua opinião, os conteúdos da ementa são suficientes para que os alunos tenham uma base sólida sobre a História da Química?
5. Que critérios você utiliza para selecionar o material de apoio no ensino dessa disciplina?

C – METODOLOGIA E AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA

6. Em sua opinião, que tipos de atividades podem favorecer o processo de aprendizagem de maneira mais significativa no ensino de História da Química?
7. Qual (is) metodologias você utiliza ao ministrar essa disciplina?
8. Quais instrumentos você utiliza para avaliar os alunos?

D - VISÃO DO PROFESSOR SOBRE A DISCIPLINA

9. Você considera importante que haja uma disciplina de História de Química no curso de Licenciatura em Química?
10. Você acredita que essa disciplina dê suporte eficaz na formação de professores para incorporar efetivamente a História da Química na prática dos professores de ensino médio?



**ANEXO I - ENTREVISTA TRANSCRITA NA ÍNTEGRA COM O
PROFESSOR TITULAR DA DISCIPLINA DE HISTÓRIA DA QUÍMICA
DO IFCE – CAMPUS MARACANAÚ
SEMESTRE 2018.2**

Entrevistado: João Carlos da Costa Assunção

Pergunta 1 –

Entrevistadora: Vamos para a primeira pergunta, qual a sua formação inicial graduação e sua formação em nível de pós-graduação?

Entrevistado: A minha formação é graduação em Química Industrial, com mestrado e doutorado em Química Orgânica, todos na UFC. Os três cursos foram entre 98 e 2008, período que iniciei a graduação e terminei o doutorado. Foram cursos em sequência, terminei a graduação, fiz 2 anos de mestrado e mais 4 anos de doutorado.

Pergunta 2 -

Entrevistadora: Você tem alguma formação específica em História da Química?

Entrevistado: Nenhuma. O curso de Química Industrial, quando existia por que já foi extinto, não continha na sua grade a disciplina de História da Química. Era uma disciplina obrigatória para licenciatura, mas eu não fiz na graduação. Então, como essa disciplina ficou sob minha responsabilidade fui estudar por conta própria.

Pergunta 3 -

Entrevistadora: Há quanto tempo ministra essa disciplina no curso de Licenciatura em Química?

Entrevistado: Eu ministrei também disciplinas na Licenciatura em Química de Quixadá, mas eu não era responsável por essa disciplina. Então, quando eu vim removido em 2012 para Maracanaú fiquei ministrando desde então. Todos os semestres desde 2012. Ela foi ofertada duas vezes ao ano, por que é semestral, então são 7 anos.

Entrevistadora: E, lá em Quixadá, no curso de licenciatura, não tem essa disciplina na grade curricular antiga né, se tiver, acho que ela é optativa.

Entrevistado: Ela existe, foi ofertada na época que eu estava lá, não lembro se como obrigatória ou optativa.

Entrevistadora: Por que eu terminei o curso lá em 2017 e não tive essa disciplina.

Entrevistado: Inclusive foi com a professora Ana Angélica, não sei se você foi aluna dela.

Entrevistadora: Não, eu não fui aluna, mas à conheço.

Entrevistado: Pronto, ela ministrou essa disciplina enquanto a gente era colega de trabalho lá.

Entrevistadora: Pois é, por que terminei e eu não tive essa disciplina, vim assistir aqui nas aulas.

Entrevistado: Você me falou até achei estranho. Então deve ter sido uma disciplina optativa.

Entrevistadora: Acho que era optativa, com certeza.

Entrevistado: Quando ela saiu passou a não ser mais ofertada.

Entrevistadora: Acredito que sim.

Pergunta 4 -

Entrevistadora: Em sua opinião, os conteúdos da ementa são suficientes para que os alunos tenham uma base sólida sobre a História da Química?

Entrevistado: Sim, na minha opinião, sim. Então, os conteúdos que estão no PUD abrangem os principais assuntos do desenvolvimento histórico da Química. Só tem um detalhe, nós não conseguimos estudar todos conteúdos que lá estão, a gente tenta abranger a maioria dos conteúdos utilizando outras metodologias, como os seminários. Então, esses temas que são escolhidos para os seminários contemplam boa parte dos conteúdos que estão na ementa, mas uma forma tradicional eu não consigo ministrar todos os conteúdos. Com uma forma tradicional de aulas, expositivas, eu consigo abranger quase todos conteúdos utilizando em conjunto os seminários e o documentário, como a gente viu na disciplina que você acompanhou, que também contempla muita coisa. É claro que não dá pra ver com todo detalhe que deveria, mas dá pra eles terem uma boa base de história da Química com o que a gente trabalha.

Pergunta 5 -

Entrevistadora: Que critérios você utiliza pra selecionar o material de apoio no ensino dessa disciplina?

Entrevistado: Então, o material de apoio que você fala é o material de estudos dos alunos?

Entrevistadora: Os livros.

Entrevistado: Pronto, esse material de apoio que inclusive está contido no PUD, é baseado principalmente na abrangência do conteúdo e na forma como o autor discorre sobre este no livro. Tem livros que são mais didáticos e outros menos didáticos, dependendo do assunto também. Tem assuntos que são melhor trabalhados em determinados livros, o autor discorre melhor do ponto de vista didático, como também de abrangência e de profundidade e esses livros são preferencialmente os que estão dentro do programa da disciplina. Alguns livros adicionais que eu não inseri no PUD, por que não tem aqui na biblioteca, mas eu passo pra eles se precisarem como xerox, como já aconteceu.

Entrevistadora: Eles leem também os livros, além de estudar com os slides?

Entrevistado: Sim, é o que eu sugiro pra eles. Não sei se eles conseguem fazer isso para acompanhar a disciplina, mas a sugestão que eu dou é essa.

Pergunta 6 -

Entrevistadora: Que tipo de atividades podem favorecer o processo de aprendizagem de uma maneira mais significativa no ensino de história da Química?

Entrevistado: Eu acho que a exposição por parte deles como seminários, preparando o seu material expositivo, estão se aprofundando de uma forma bem melhor do que, por exemplo, uma prova tradicional, apesar de eu ainda fazer essa prova tradicional. Eu acho importante, por que essa primeira parte da disciplina que eu ministro pra eles, é uma parte muito importante dentro do contexto da história da Química. Então, eu utilizo essa metodologia ainda por que eu acredito que a prova não pesquisada ainda faz com que o aluno estude. Mas o fato deles prepararem o seminário, por a cara a tapa na frente da plateia, da turma, faz com que eles se preparem melhor, estudem mais e se aprofundem. Tenho muito desejo de um dia inserir mais metodologias, como por exemplo, simulações de experimentos antigos associados à alguma descoberta da história da Química. A prática que você realizou eu achei muito interessante por que como os alunos tem pouca vivência no laboratório, e esses particularmente estão no início do curso tiveram ainda menos contato com o laboratório, é mais uma oportunidade deles ingressarem nesse mundo prático da Química. Então, esse meu desejo de colocar mais metodologias, eu não sei se vai se concretizar um dia, por que a disciplina também é muito condensada. Mas na minha opinião, seria uma boa oportunidade de melhorar o aprendizado deles, utilizar essas práticas que simulam a produção artesanal de um corante, mostrar como um metal era obtido na antiguidade, que algumas coisas dá pra fazer.

Pergunta 7 -

Entrevistadora: E quais metodologias você utiliza ao ministrar a disciplina?

Entrevistado: As metodologias são: a tradicional com aula expositiva dialogada, com projetor de multimídia, lousa, pincel, apagador, aula tradicional, também os seminários que os alunos apresentam e a exposição de um documentário, onde após esse documentário é feito uma discussão em grupo, é feito um feedback pra que o aluno possa assimilar melhor o conteúdo. Por enquanto, são essas três ferramentas que eu estou utilizando.

Entrevistadora: Como é o nome do documentário?

Entrevistado: Química: Uma História Volátil.

Pergunta 8 -

Entrevistadora: E quais instrumentos você utiliza pra avaliar os alunos?

Entrevistado: Bom, é utilizando essas três ferramentas. Uso como critério de avaliação a prova escrita não pesquisada, o resumo dos capítulos do documentário Química História Volátil e também a avaliação das apresentações. Adicionalmente, eu peço para eles fazerem resumos das apresentações dos seus colegas, por que é uma forma de terem mais atenção na apresentação dos outros. Então, eu levo também como uma parte da composição da nota do seminário, além da apresentação, os resumos que os alunos entregam da apresentação dos colegas.

Entrevistadora: E no caso, tem até uma ficha de avaliação dos seminários, isso? Que foi a mesma que utilizei para minha pesquisa.

Entrevistado: O seminário é avaliado de acordo com alguns critérios que são estabelecidos nesse formulário de avaliação, que foi eu que criei baseado em alguns que eu encontrei na internet.

Pergunta 9 -

Entrevistadora: Você considera importante que haja uma disciplina de História da Química no curso de licenciatura em Química?

Entrevistado: Não acho apenas importante, acho essencial. Por que a História da Química é uma ferramenta adicional, principalmente para os alunos que vão ministrar aulas no ensino fundamental e médio, onde o contexto histórico da Química mostrar como essa ciência tão bela foi criada, foi estabelecida no decorrer do tempo. É uma forma adicional de atrair a atenção dos alunos, que muitas vezes não tem a capacidade de abstrair conteúdos tão complexos como teoria atômica, entre outros. O aluno que tem a cabeça em formação, muitas vezes, não consegue acompanhar e você utilizando uma ferramenta como essa, colocar eventos históricos da história da Química, faz com que ele tenha mais atenção, mais percepção e mais interesse pela disciplina de Química.

Entrevistadora: E até por que, muitas vezes os livros didáticos do ensino médio não tem muito essa parte histórica e vai logo para o conteúdo e o professor tendo esse contato dentro da graduação vai ser um subsídio pra ele.

Entrevistado: Para o professor ele vai ser um diferencial nesse sentido, já que os livros de ensino médio não abordam, pelo menos da forma como deveriam abordar a história da Química. Então o professor trazendo essa bagagem da faculdade, da sua formação de graduação, já é um diferenciador para sua prática docente.

Pergunta 10 -

Entrevistadora: Você acredita que essa disciplina dê suporte eficaz na formação dos professores para incorporarem efetivamente a história da Química na prática dos professores de ensino médio?

Entrevistado: Eu acho que em parte, por que nós sabemos que os conteúdos do ensino médio de uma forma geral são muito abrangentes, como também os da Química. Mas, mesmo com pouco tempo, eu acho que tem como o professor inserir em cada assunto que ele vai trabalhar com seus alunos algum aspecto da história da Química e essa bagagem, sim, ele trouxe da sua formação pelo próprio curso da disciplina de história da Química que ele fez. Então, eu acho que tem essa base, isso depende muito do professor, terá vantagem. Não sei se ele vai ter muito tempo pra trabalhar isso dentro da sua disciplina, mas a carga teórica, o conhecimento, ele vai levar consigo.

Entrevistadora: Professor, eu tinha preparado essas dez perguntas para gente ter essa troca de ideias, já que o meu trabalho é sobre a história da Química e acredito que seja interessante saber sua visão sobre essa disciplina, já que você a ministra a tanto tempo.

Entrevistado: São sete anos, não sei se é tanto tempo, mas já deu para ter uma boa bagagem, uma boa experiência, ver os prós os contras por que realmente só com o tempo que a gente percebe onde a se tem o que melhorar. Sempre a gente vai ter mais com o passar do tempo, essas lacunas vão sendo preenchidas. Eu acho que a forma como a gente está trabalhando hoje está coerente com o que se pede para formação de um bom aluno de licenciatura em Química.

Entrevistadora: Pois está ok, professor. Muito obrigada pela ajuda e também por ter disponibilizado a disciplina para realização do meu projeto de pesquisa.

Entrevistado: Também agradeço pela sua participação, que me ajudou a aprender sobre outros métodos, auxiliando aquela a turma que você trabalhou utilizando uma estratégia diferente da aplicação desses conteúdos. Também me ajudou, então eu acho que a ajuda aí foi mútua.

Entrevistadora: Obrigada, fico muito feliz de verdade mesmo.

Entrevistado: Eu também fico feliz por você está terminando e espero que esse trabalho seja mais um ponta pé, por que ainda tem muita coisa, tem o doutorado se você já tiver pensando nisso né.

Entrevistadora: Sim, certamente está nos meus planos.