

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

ÉLLEN APARECIDA MARANGONI

**A EXPERIMENTAÇÃO E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE
QUÍMICA: ANÁLISE FENOMENOLÓGICA DAS CONTRIBUIÇÕES
DE UMA PROPOSTA DE ENSINO NO INTERIOR DE UMA
LICENCIATURA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

APUCARANA

2019

ÉLLEN APARECIDA MARANGONI

A EXPERIMENTAÇÃO E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE FENOMENOLÓGICA DAS CONTRIBUIÇÕES DE UMA PROPOSTA DE ENSINO NO INTERIOR DE UMA LICENCIATURA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao curso superior de Licenciatura em Química, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Apucarana, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. José Bento Suart Junior

APUCARANA

2019



Ministério da Educação
**Universidade Tecnológica Federal do
Paraná**
Câmpus Apucarana
COLIQ – Coordenação do Curso Superior de
Licenciatura em Química



TERMO DE APROVAÇÃO

**A experimentação e a História da Ciência no ensino de Química: análise fenomenológica
das contribuições de uma proposta de ensino no interior de uma licenciatura**

por

Éllen Aparecida Marangoni

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado aos 29 dias do mês de novembro do ano de 2019, às 17:40 horas, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química, linha de pesquisa Ensino de Química, do Curso Superior de Licenciatura em Química da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. José Bento Suart Junior – ORIENTADOR

Prof^ª. Dr^ª. Angélica Cristina Rivelini da Silva – EXAMINADORA

Prof. Dr. Enio de Lorena Stanzani – EXAMINADOR

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui. À minha família por todo o carinho, cuidado, apoio e confiança demandados desde sempre.

Ao meu orientador, professor José Bento Suart Junior por toda a ajuda, paciência e incentivo durante esses anos. Sinto-me honrada em ter confiado em mim para que esse trabalho se realizasse.

À todos os professores da UTFPR que contribuíram para minha formação.

Aos colegas de turma pelo compartilhamento de aprendizado, de momentos de angústias e de conquistas que participamos durante esses quatro anos.

À todos que de alguma forma contribuíram para que esse sonho se realizasse. Não foi fácil, mas com a ajuda de vocês foi possível superar os obstáculos encontrados nessa caminhada. Obrigada a todos.

RESUMO

MARANGONI, E. A. A experimentação e a História da Ciência no ensino de Química: análise fenomenológica das contribuições de uma proposta de ensino no interior de uma licenciatura. 2019. 115 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2019.

A presente pesquisa compreende um estudo educacional que visa avaliar as contribuições didático-pedagógicas e formativas da vivência, por licenciandos, de uma Sequência de Ensino por Investigação aliando história da ciência e experimentação no interior de uma disciplina técnico-científica dentro de uma licenciatura em química. São já notórias no campo de pesquisa em ensino de ciências as defesas em relação ao uso da experimentação e da história da ciência no ensino-aprendizagem de conceitos científicos e para a construção de uma imagem mais crítica acerca da natureza da atividade científica. Desta forma esta pesquisa buscou articular ambos os recursos em uma sequência didática, fazendo uso do contexto da alquimia, a fim de compreender como os sujeitos alvos de tal articulação compreendem diferentes contribuições conceituais, filosóficas, metodológicas, procedimentais e atitudinais a partir de tal proposta. A forma de compreensão aqui escolhida é a Fenomenologia, que procura no interior das descrições, dadas por sujeitos de uma determinada vivência objeto da pesquisa, investigar como os mesmos a significam. Os resultados indicaram que a união da experimentação e da história da ciência no ensino, motivou e despertou interesse nos alunos, possibilitou compreender a importância de se conhecer o contexto histórico por trás das teorias, mostrando a ciência como construção, desconstruindo assim a visão de ciência como produto acabado que muitas vezes é ensinado. Sendo assim, essa atividade ao ser desenvolvida com licenciandos contribuiu para a formação dos mesmos, uma vez que forneceu conhecimento de metodologias para utilizarem quando estiverem atuando em sala de aula, a fim de superar a crise que o ensino está passando. Conclui-se então que são importantes atividades com essa estrutura no ensino superior, aperfeiçoando a formação dos mesmos e melhorando a compreensão de aspectos relativos à natureza da ciência.

Palavras-chave: Experimentação. História da Ciência. Sequência de Ensino por Investigação.

ABSTRACT

MARANGONI, E. A. The experimentation and History of Science in Chemistry Teaching: phenomenological analysis of the contributions of a teaching-learning proposal in a chemistry teacher training program. 2019. 115 f. Course Conclusion Paper (Chemistry Degree). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Apucarana, 2019.

This research is an educational study that aims to evaluate the pedagogical and formative contributions for students of a teacher education program in experiencing a research teaching sequence combining the history of science and experimentation, applied within a technical-scientific discipline of a program of chemistry teacher training. Are already notorious on the research field in science teaching the defenses against to the use of experimentation and histories of the science in the teaching learning of the scientist concepts and for building of an image more critical about the nature of the scientific activity. Thus, this research sought articulating the both resources in a didactic sequence, making use of the alchemical context, in order to comprehend with the target subjects of such articulation understood different conceptual contributions, philosophical, methodological, procedural and attitudinal from such a proposal. The way of understanding chosen here is the Phenomenology, than search within the description, given for subjects of a particular experience of research object, investigate how they mean. The results indicated than union of experiments and the histories of the science on education, whose the contributions was investigated in this work, motivated and aroused the interest in the students, allowed comprehend the importance that knowing the history context behind the theories, showing the science as a building, thus deconstructing the vision of the science was a finished product which is often taught. Therefore, this activity was be developed with the degree students, contributed for their formation, once provided knowledge of the approach to use when are acting in the classroom, in order to overcome the crisis that teaching is going on. Then concludes whit is important activities with that structure in higher education, improving their formation and the comprehension of aspects concerning the nature of science.

Keywords: Experimentation. History of science. Sequence of Teaching by Investigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Casamento do enxofre com o mercúrio no recipiente hermético. Manuscrito Egerton 845 do Museu Britânico.....	46
Figura 2 - Símbolos atribuídos aos metais e aos planetas respectivos	49
Figura 3 - Representação simbólica da Obra Alquímica	50
Figura 4 - Primeira e Segunda Chave de Basílio Valentim	51
Figura 5 - Terceira e Quarta Chave de Basílio Valentim	52
Figura 6 - Quinta Chave de Basílio Valentim	52
Figura 7 - Sexta Chave de Basílio Valentim	53
Figura 8 - Sétima Chave de Basílio Valentim	53
Figura 9 - Oitava Chave de Basílio Valentim.....	54
Figura 10 - Nona e Décima Chave de Basílio Valentim	55
Figura 11 - Décima primeira Chave de Basílio Valentim	55
Figura 12 - Décima Segunda Chave de Basílio Valentim e Síntese.....	56
Figura 13 - ALCHEMY ALLEGORY, 1617. 'O lobo cinza devora o rei, após o que é queimado na pira, consumindo o lobo e restaurando o rei à vida.' Desenho alegórico da purificação alquímica do ouro. Xilogravura dos Atalanta Fugiens por Michael Maier, 1617."	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas da Sequência de Ensino por Investigação.....	29
Quadro 2 – Quadro fornecido aos alunos para anotarem suas observações	65
Quadro 3 - Análise Nomotética – categorias abertas, invariantes e unidades de significados para os dados advindos das descrições.	70

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Atividade Parte 1	pag 93
Apêndice B - Texto historiográfico alquimia.....	pag 95
Apêndice C - Roteiro do experimento.....	pag 101
Apêndice D - Questões da entrevista semiestruturada.....	pag 104
Apêndice E - Excertos e Unidades de Significado da Análise Ideográfica.....	pag 105

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Termo de consentimento livre e esclarecido.....pag 111

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 CONTEXTO DA PESQUISA	13
2.1 PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	13
2.2 USO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO	16
2.3 USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO	21
3 QUESTÃO DE PESQUISA	24
4 METODOLOGIA	25
4.1 HISTORIOGRAFIA.....	25
4.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	28
4.3 PESQUISA QUALITATIVA DE CUNHO FENOMENOLÓGICO	30
4.4 COLETA DE DADOS E PARTICIPANTES DA PESQUISA	34
5 RESULTADOS	37
5.1 TEXTO HISTÓRICO.....	37
5.1.1 Da Alquimia à Química: do Vitalismo ao Mecanicismo.....	37
5.1.1.1 O Período Vitalista	38
5.1.1.1.1 Primórdios	38
5.1.1.1.2 As teorias gregas.....	41
5.1.1.1.3 Alquimia Alexandrina	43
5.1.1.1.4 Alquimia Islâmica/ Árabe.....	44
5.1.1.1.5 Alquimia Europeia.....	47
5.1.2 Rumo ao Mecanicismo	56
5.1.2.1 O Renascimento: O Naturalismo Renascentista	57
5.1.2.1.1 A Iatroquímica.....	58
5.1.2.1.2 Uma Química Mecanicista	60
5.2 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE PROPOSTA	61
5.3 A VIVÊNCIA DO EXPERIMENTO HISTÓRICO.....	68
5.3.1 Vivências anteriores	71
5.3.2 Estrutura da atividade	72
5.3.3 História e Filosofia da Ciência (HFC).....	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICES	92
ANEXO	110

1 INTRODUÇÃO

No modelo de ensino tradicional, o ensino era pensado como uma forma de transmissão de conhecimento dos professores para os alunos. Alguns autores contribuíram para o entendimento do processo de construção do conhecimento, contrariando esta perspectiva, denominada ensino por transmissão. Piaget trouxe a importância da problematização no ensino, enquanto Vigotsky mostrou que o meio social influencia na construção desse conhecimento. Bachelard também trouxe contribuições ao considerar que o conhecimento seria a resposta para uma pergunta, sendo que essa pergunta deveria estar relacionada com a sua cultura, causando interesse nos alunos (CARVALHO, 2013). Pesquisas atuais mostram que os alunos estão desmotivados e desinteressados pela Ciência, sugerindo um grave problema de fracasso no ensino (CACHAPUZ et al., 2011). Muitas vezes o ensino desenvolve uma visão deformada de ciências, contrariando aspectos considerados como a Natureza da Ciência (NDC) (GIL-PÉREZ et al., 2001; MOURA, 2014). O uso de alguns recursos contribuem para a superação desse problema.

Um dos recursos que podem ser utilizadas para alcançar tal objetivo é o uso da experimentação no ensino. Ela torna as aulas mais interessantes, caso bem desenvolvida pelo professor, como considera Giordan (1999). Para tanto, o professor deve criar situações em que os estudantes são motivados e influenciados a utilizar seus conhecimentos e habilidades na construção de conhecimentos (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005). Esta também é outra defesa dos PCNEM (BRASIL, 2000). Como defendido por Oliveira e Carvalho (2005), quando os alunos participam da construção do conhecimento, esse conhecimento é mais significativo.

Outro recurso que tem se mostrado importante para uma melhor compreensão da NDC é o uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) (MOURA, 2014), a qual contribui para a desconstrução da visão deturpada da ciência, com a qual os alunos podem ter tido contato anteriormente. Para Matthews (1995), o uso da HFC no ensino humaniza as ciências, torna as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, contribui para um entendimento mais integral de matéria científica e melhoram a formação do professor. Quando se une experimentação e história e filosofia da ciência no ensino, isso pode contribuir para a construção de conceitos, influenciando os alunos a tentarem pensar como os cientistas da época o pensavam (SILVA, 2013).

Diante deste contexto, a proposta deste trabalho é avaliar as contribuições didático-pedagógicas e formativas da vivência, por licenciandos, de uma Sequência de Ensino por

Investigação aliando história da ciência e experimentação no interior de uma disciplina técnico-científica dentro de uma licenciatura em química.

O presente trabalho está organizado da seguinte forma: inicialmente aparece a seção intitulada “Contexto da pesquisa”, sendo dividida em três subseções, que correspondem ao referencial teórico. Na seção intitulada como “Problemas no Ensino de Ciências”, o texto traz alguns dos problemas enfrentados no ensino de ciências, incluindo o ensino de Química; a seção “Uso da experimentação no Ensino” traz algumas contribuições positivas e negativas da utilização da mesma no ensino. Já a seção “Uso da história e filosofia da ciência no ensino” também apresenta algumas contribuições dessa perspectiva no processo de ensino-aprendizagem. Apresenta-se posteriormente também algumas contribuições da união dessas duas metodologias. A seção seguinte, intitulada como “Questão da pesquisa” corresponde aos objetivos pretendidos.

Na sequência, na seção metodologia, são apresentadas três metodologias diferentes que serão utilizadas nesse trabalho: a Historiografia, a Sequência de Ensino por Investigação e a Fenomenologia (na seção Pesquisa qualitativa de cunho fenomenológico). Primeiramente, a historiografia propõe como será realizado o levantamento histórico para a construção da sequência didática, após, a Sequência de Ensino por Investigação descreve como deverá ser elaborada essa sequência didática, e a fenomenologia descreve como será a pesquisa das contribuições didático-pedagógicas dessa sequência. Na seção intitulada “Coleta de dados e participantes da pesquisa”, como o próprio título sugere, está descrito quem foram os participantes da pesquisa e de que maneira foi feita a coleta de dados.

Em continuação está descrito os resultados obtidos, sendo apresentado o texto histórico construído, a atividade desenvolvida e a análise fenomenológica realizada, sendo seguido pela conclusão. Apresenta-se também as referências utilizadas para a construção do referido trabalho, assim como os anexos e apêndices.

Desta forma inicia-se apresentando-se o contexto da pesquisa.

2 CONTEXTO DA PESQUISA

2.1 PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Durante muitos anos, o ensino foi pensado como um produto pronto, no qual o conhecimento deveria ser transmitido aos alunos pelo professor por exposição. Dois fatores contribuíram para a mudança nesse sistema de ensino por transmissão: um grande aumento no conhecimento produzido e estudos de epistemólogos e psicólogos. O primeiro fator foi responsável pela valorização da qualidade do conhecimento, deixando de lado o foco na quantidade. Já o segundo contribuiu demonstrando como os conhecimentos eram construídos (CARVALHO, 2013).

Piaget e Vigotsky mostraram (de maneiras diferentes) como crianças e adolescentes constroem seus conhecimentos. Apesar de haver conflitos entre as teorias, atualmente existe uma complementariedade entre as duas ideias, sendo que uma delas pode ajudar em um determinado problema e a outra em um problema distinto (CARVALHO, 2013).

As pesquisas Piagetianas trazem a importância da problematização para a construção de conhecimento. Com isso, agora os alunos devem raciocinar para produzir seus próprios conhecimentos. Uma das outras contribuições das teorias de Piaget, segundo Carvalho (2013), é que “qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior”, defendendo então que é importante entender o que os alunos já sabem (CARVALHO, 2013, p.2).

Os trabalhos de Vigotsky enfatizam que o meio social influencia na construção do conhecimento. Ele traz o conceito de “zona de desenvolvimento proximal” (zdp), que segundo Carvalho (2013), é a distância entre o “nível de conhecimento real” e o “nível de desenvolvimento potencial”, em que o conhecimento real é aquele que já foi consolidado pelo indivíduo, e que ele utiliza para resolver problemas com autonomia, e o conhecimento potencial é aquele que não foi ainda atingido, ele até consegue resolver o problema, mas precisa de ajuda.

Bachelard também deu sua contribuição para o ensino. Segundo ele, o conhecimento seria a resposta para uma pergunta, e essa pergunta deveria estar relacionada com a sua cultura, causando interesse nos alunos (CARVALHO, 2013).

Apesar de estudos que contribuía para uma mudança na forma de se ensinar, Cachapuz et al. (2011) consideram que o ensino está passando por um grave problema de fracasso escolar, traduzido pela falta de interesse e recusa pelos estudos em ciências.

O ensino de ciências deveria ser interessante, o que os autores chamaram de “aventura”, onde se participaria de problemas abertos e da tentativa de construção de soluções para esses problemas, devendo se “fazer ciência”. De acordo com Cachapuz et al. (2011), o problema reside na visão distorcida da natureza da ciência na educação científica.

Alunos e professores não devem aprender e ensinar somente Ciência, mas também sobre a ciência, e esse entendimento sobre a Ciência envolve compreender o que é denominado de “natureza da Ciência” (NDC) (MOURA, 2014).

Apesar da NDC não ser algo de definição exclusiva, Moura (2014) considera que:

A natureza da Ciência é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas (MOURA, 2014, p.32).

Moura (2014) elenca que a História e Filosofia da Ciência tem se mostrado importante para uma melhor compreensão da natureza da ciência. O autor destaca alguns aspectos consensuais sobre a natureza da ciência descritos por alguns autores, detalhados adiante:

- A Ciência é mutável, dinâmica e tem como objetivo buscar explicar os fenômenos naturais: nega-se a visão de ciência como verdade absoluta, reforçando a ideia de conhecimento em contínua mudança.
- Não existe um método científico universal: as metodologias podem ser variadas, de certa forma que um determinado fenômeno pode ser estudado de formas diferentes, mas respeitando os limites de validades dos métodos.
- A teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa: não há uma relação bem definida entre teoria e experimento, mas a Ciência não se constrói sem os dois.
- A Ciência é influenciada pelo contexto social, cultural, político etc., no qual ela é construída: evidencia a não neutralidade da Ciência e do pensamento científico.

- Os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros para fazer Ciência: Revelam que cientistas são seres humanos comuns, com sentimentos e vontades próprias, passíveis de erro (MOURA, 2014)

Nesse sentido, Gil-Pérez et al. (2001) discutem algumas deformações da visão de ciência que o ensino de ciências poderia estar transmitindo, que serão apresentadas em seguida:

- **Concepção empírico-indutivista e atórica:** destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação, esquecendo as hipóteses apresentam papel importante orientando a investigação.
- **Visão rígida (algorítmica, exata, infalível):** apresenta o método científico como um roteiro mecânico, esquecendo-se ou recusando-se a considerar a criatividade e a dúvida.
- **Visão apromblemática e ahistórica (dogmática e fechada):** transmite o conhecimento já pronto, sem considerar os problemas originários, a evolução, as dificuldades encontradas.
- **Visão exclusivamente analítica:** “destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu carácter limitado, simplificador”, ou seja, não considera a interdisciplinaridade nos assuntos abordados.
- **Visão acumulativa de crescimento linear:** apresenta os conhecimentos hoje aceitos sem mostrar como eles foram alcançados, não considerando as teorias em contrário, os confrontos, às controvérsias. Dessa forma, é uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científico.
- **Visão individualista e elitista:** os conhecimentos científicos aparecem de autoria de uma pessoa isolada ou grupo de cientistas isolados, como se fossem gênios, como se esse resultado obtido por um cientista ou grupo de cientista fosse suficiente para comprovar ou refutar uma hipótese ou teoria. Nessa elitização, aparece a figura de cientista quase que exclusivamente masculina.
- **Visão socialmente neutra da ciência:** os cientistas aparecem como pessoas fechadas em torres sem necessidade de fazer opções, como seres “acima do bem e do mal”, esquecendo-se das relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) (GIL-PÉREZ et al., 2001).

No sentido de tentar superar essa crise, os documentos oficiais fornecem informações sobre o que se deve ensinar. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), que é um documento que norteia o ensino no Ensino Médio, estabelecem que:

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo [...] (BRASIL, 2000, p. 6).

Os PCNEM criticam a educação tradicional ao afirmarem que “[...] visa-se a uma aprendizagem ativa e significativa, as abordagens dos temas devem ser feitas através de atividades elaboradas para provocar a especulação, a construção e a reconstrução de ideias.” [...] (BRASIL, 2000, p.36).

Esse documento demonstra que muitas vezes a Química se mostra “maquiada”, tendo aparência de moderna, mas que prioriza-se informações distantes do cotidiano de alunos e professores.

Na seção Conhecimentos de Química, o documento traz que:

Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 2000, p.31).

Dessa forma, os PCNEM propõem que os alunos devem saber tomar suas próprias decisões em situações problemáticas e para isso propõem uma metodologia baseada na problematização, que será abordada no decorrer desse trabalho.

Para tentar superar essa crise no ensino de Ciências e a visão deturpada de ciências discutidas anteriormente, serão apresentadas considerações sobre o uso de dois recursos que podem contribuir para tais objetivos, sobretudo no ensino de química: a História e Filosofia da Ciência e a experimentação.

2.2 USO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO

A Química apresenta algumas particularidades que devem ser consideradas em seu ensino, pois é uma ciência de natureza experimental, na qual os fenômenos são explicados a partir de modelos teóricos, possuindo linguagem simbólica específica (OLIVEIRA, 2010).

A abordagem construtivista propõe que os alunos sejam agentes ativos da aula, na qual eles devem elaborar hipóteses, discutir, argumentar, participar de resolução de situações problemáticas, fazendo com que haja a compreensão dos conteúdos (SUART; MARCONDES, 2009). Alguns autores acreditam que a experimentação é uma das metodologias e estratégias que contribuem para essa compreensão de conteúdos (SUART; MARCONDES, 2009; SILVA et al., 2009).

Salesse (2012) contribui para o estudo sobre a importância da experimentação afirmando:

[...] é de fundamental importância a experimentação no Ensino de Química, pois através desse método as dificuldades dos alunos em compreender os conteúdos de química podem ser superadas, tornando o estudo mais prazeroso e contribuindo com o aumento do conhecimento científico aplicado no cotidiano no educando (p.12).

Galiazzi et al. (2001) assinalam que as aulas experimentais tiveram origem há mais de cem anos. De acordo com os autores, o ensino com experimentação foi impulsionado na década de 60 por alguns projetos de ensino, como por exemplo, o CHEMS (Chemical Educational Material Study) proveniente dos Estados Unidos da América (EUA).

Galiazzi et al. (2001, p. 252) acreditam que esse e outros projetos chegaram até o Brasil, e que “muitas das crenças dos professores sobre a importância das atividades experimentais estavam expressas nesses projetos e foram por eles difundidas”.

Cardoso e Paraíso (2014, p.88, grifo nosso) apontam para a emergência em se utilizar a experimentação, a saber:

Se ora a verdade é o ensino pelo contato direto com as coisas, ora é a ciência das coisas comuns que é válida. Se outrora o ensino abstrato torna-se a recomendação é porque o discurso da ciência moderna já produziu a *emergência*, incontestável, da *experimentação* no espaço escolar. Se a ciência moderna funda a escola, é por meio dos currículos de ciências, em geral, e da experimentação, em particular, que a pedagogia moderna pensará a construção de seus sujeitos modernos.

É sabido que a experimentação pode despertar interesse entre os alunos, e que muitos professores acreditam que esse recurso pode aumentar a capacidade de aprendizado (GIORDAN, 1999).

Binsfeld e Auth (2011), também consideram que a experimentação tem um papel importante no ensino de Ciências, de Física e Química, “pois necessita estabelecer elos entre as explicações teóricas a serem discutidas em sala de aula e as observações possibilitadas por esse tipo de atividade” (BINSFELD; AUTH, 2011, sem página).

É importante que o professor crie situações em que os estudantes são motivados e influenciados a utilizar seus conhecimentos e habilidades na construção de conhecimentos por meio do trabalho experimental (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005). “Quando os alunos têm a oportunidade de ampliar seus conhecimentos partindo de um trabalho experimental, muito mais significativo será esse conhecimento ampliado para o aluno” (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005, p.364-365).

Oliveira (2010) enumerou algumas das contribuições da experimentação no ensino encontradas na literatura, sendo elas:

- Desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo;
- O desenvolvimento da iniciativa pessoal;
- A compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- A compreensão sobre a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação;
- Motivar e despertar a atenção;
- Aprimoramento de habilidades manipulativas;
- Aprendizado de conceitos científicos;
- Aprimoramento da capacidade de observação e registro de informações;
- Capacidade de analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos;
- Detectar e corrigir erros conceituais.

Apesar dos estudos que mostram as contribuições da experimentação no ensino, muitas vezes ela é feita de maneira errada. Um bom experimento não é o que possui beleza visual, mas que oportunize aprendizagens importantes para os estudantes, e para isso é preciso que o professor conduza esses experimentos de maneira eficiente, problematizando, contextualizando, questionando os estudantes e analisando os dados (SOUZA, 2013).

Pesquisas mostram que há uma tendência dos currículos escolares em limitar os experimentos a um papel indutivista, ou ao papel verificação de teorias, o que o autor chamou de “papel crucial popperiano” (HODSON, 1988). Muitas vezes as atividades experimentais seguem a abordagem tradicionalista, onde os alunos participam muito pouco, seguindo um roteiro pré-determinado pelo professor, tentando se aproximar dos resultados já esperados (SUART; MARCONDES, 2009). A experimentação, se mal orientada pode confundir e desanimar os alunos (GIANI, 2010).

A experimentação descontextualizada e demonstrativa é alvo de críticas. Para Gioppo, Scheffer e Neves (1998, p.44):

[...] atividades como misturar uma substância A com determinada substância B e obter um líquido vermelho, ou mostrar que saem bolinhas de uma planta ao colocá-la dentro da água, quando isoladas do contexto significam o que? Outro exemplo dessa descontextualização é a simples afirmação do professor sobre o resultado de uma experiência. Assim, dizer que determinado gás provoca um estampido ao acender-se um palito de fósforos junto ao tubo de ensaio é, para alunos da Escola Fundamental, tão crível quanto qualquer postulado religioso. A ciência, vista dessa forma, será a crença na suposta “verdade” científica, forma de entender a ciência da qual não compartilhamos.

Nesse sentido, Nogueira et al. (1981) analisaram alguns problemas de desempenho de professores numa região de São Paulo, priorizando a questão experimental, apontando que:

[...] o emprego de atividades no laboratório poderia permitir uma aprendizagem mais profunda, por parte do aluno. As instalações ou condições dos laboratórios são, em geral, deficientes. Além disso, os professores não sabem como incluir a atividade de laboratório no escasso tempo disponível. [...] Vários professores relataram dificuldades em selecionar experiências simples relacionadas aos conteúdos teóricos vistos. [...] Deste modo, acreditamos que, muitas vezes, a atividade no laboratório é idealizada como uma solução por professores que não têm condições de utilizá-la. (NOGUEIRA et al. 1981, p. 46-47).

Giani (2010, p.20) considera que mesmo com laboratórios bem estruturados, se os professores continuarem com uma visão simplista no que diz respeito à experimentação, “considerando como funções exclusivas do trabalho experimental comprovar leis e teorias, motivar o aluno e desenvolver habilidades técnicas ou laboratoriais”, a experimentação não surtirá efeito, e que para tentar superar essas dificuldades, é importante que se renove a estrutura curricular dos cursos de formação inicial e continuada de professores.

Contrariando a ideia de que não se faz uso de experimento no ensino de ciência por falta de laboratórios preparados, Bizzo (2002) considera que não é preciso laboratórios sofisticados para desenvolver essas aulas experimentais.

Araujo e Abib (2003) classificaram as atividades experimentais em três graus de direcionamento: demonstração, verificação ou investigação. As atividades de Demonstração são aquelas que pretendem ilustrar algum conteúdo abordado, tornando-os observáveis aos alunos. A execução é do professor. As atividades de verificação buscam verificar a validade de uma lei, ou os limites dessa validade. Já as de investigação consistem em investigar um fenômeno específico. Os alunos são incentivados a discutir, elaborar hipóteses e refletir criticamente sobre o assunto.

A preocupação em se utilizar atividades investigativas na educação, também conhecidas como aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, projetos de aprendizagem e ensino por investigação, teve início no século XIX, tendo o nome de perspectiva *inquiry* nos Estados Unidos, recebendo influências das ideias do filósofo John Dewey, o qual sugeriu a inclusão do *inquiry* na educação científica a partir do livro *Logic: The Theory of Inquiry*, publicado em 1938 (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011), o termo *inquiry*, segundo tradução inglesa, se refere a investigação.

No Brasil, os documentos oficiais trazem a necessidade do uso de atividades experimentais investigativas no ensino, como é o caso dos Parâmetros Curriculares Nacionais de 1997. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM – trazem como uma das competências e habilidades a serem desenvolvidas em Química “Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes” (BRASIL, 2000 p.39).

As atividades experimentais investigativas possuem as características pedagógicas de elaborar conceitos e desenvolver habilidades de pensamentos relacionados à ciência (SOUZA, 2013). Elas devem partir de uma situação problema que instigue os alunos a participarem da investigação, a buscarem informações, a elaborarem e testar suas hipóteses, a discutirem os resultados e elaborarem conclusões sobre o problema, partindo de conhecimentos que eles já possuem e buscando novos conhecimentos para resolver tais questões (SOUZA, 2013).

Uma atividade só é considerada investigativa se os alunos forem participativos nas atividades, sendo que essa participação não deve ser limitada a manipular ou observar, mas sim refletir, discutir, relatar, explicar, se assemelhando a uma investigação científica (AZEVEDO, 2004).

Rodriguez (1995) propõe algumas etapas para as atividades investigativas, sendo elas: escolha do objeto de estudo e abordagem do problema, expressão das ideias dos alunos, elaboração de hipóteses, planejamento da investigação, novas informações (através de experimentos, leituras, pesquisas, visitas, instrumentos, tarefas, etc.), interpretação dos resultados e conclusões, expressão e comunicação dos resultados e aplicação a novas situações. Cada etapa será melhor discutida na seção Sequência de Ensino por investigação. Diante das contribuições apresentadas anteriormente, esse trabalho irá investigar a contribuição dessa metodologia (experimentação), juntamente com a História e Filosofia da Ciência no interior de uma disciplina técnico-científica dentro de uma licenciatura em Química. As contribuições do uso da História e Filosofia da Ciência serão apresentadas no texto seguinte.

2.3 USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO

Os estudos sobre o uso da História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências estão se tornando frequentes nas últimas décadas (QUINTAL; GUERRA, 2009; ANDRADE; SILVA, 2017; MARTINS, 2007; MATTHEWS, 1995).

Como abordado na seção Problemas no Ensino de Química, o ensino de ciências muitas vezes apresenta visões deformadas da ciência. A História e Filosofia da Ciência tem se mostrado importante para uma melhor compreensão da natureza da ciência (MOURA, 2014). Para ele, compreender a natureza da ciência é fundamental para a formação de alunos e professores mais críticos e em contato com o mundo em que vivem.

Nesse sentido, Oki e Moradillo (2008) investigaram as potencialidades da aproximação entre História e Filosofia da Ciência da educação científica, em uma disciplina específica para o ensino de História da Química, para licenciandos em Química. Segundo os autores, ao início da pesquisa os alunos apresentavam uma visão simplificada e descontextualizada de ciência, e após as aulas de História da Química, os alunos reconheceram a ciência como uma atividade humana sujeita a erros e conflitos, confirmando a teoria de que a História e Filosofia da Ciência contribui para melhor compreensão da natureza da ciência.

Dessa forma, a história da ciência no ensino contribui para desmistificar a ideia de ciência como produto acabado e caracterizando-a pela refutabilidade e transitoriedade, ao passo que apresenta o longo e complexo processo de construção de teorias, os empecilhos e dificuldades, as frustrações e o contexto da época (CHAVES; SANTOS; CARNEIRO, 2014).

No campo da História e Filosofia da Ciência, um importante autor que contribuiu para o entendimento da importância do uso das mesmas no ensino é Michael Matthews. Ele defende o uso da história e filosofia da ciência no ensino ao afirmar que ela:

[...] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Nesse sentido, também os parâmetros curriculares nacionais apontam para a necessidade do uso da história da ciência no ensino de Química, enfatizando que ele contribui para que o aluno compreenda o processo de elaboração do conhecimento, através dos avanços, erros e conflitos.

Contudo, há algumas dificuldades encontradas no uso de história e filosofia da ciência no ensino, que serão abordadas posteriormente na sessão Historiografia que tratará da metodologia de tal uso, cerne de tais problemas.

Em relação à inclusão didática, Martins (2005) considera que a história da ciência pode possuir uma abordagem internalista (conceitual) ou externalista (não conceitual). A internalista diz respeito aos fatores científicos relacionados a determinado problema, considerando o conteúdo científico de sua época. Já a abordagem externalista está baseada em fatores externos ao científico, como social, política, econômica. Um bom estudo da História da Ciência incluiria as duas abordagens (MARTINS, 2005).

Há trabalhos que discutem a união entre experimentação e história da ciência. Silva (2013), ao estudar a importância da utilização da história da ciência e da experimentação no ensino, conclui que o experimento aliado a história torna a atividade mais voltada para a construção do que a comprovação de conceitos, leis ou teorias, e que com ele, os alunos conseguem se envolver com as discussões realizadas na época em que foram utilizadas inicialmente.

Ao estudar a importância de experimentos históricos no ensino de física, Jardim e Guerra (2017) concordam que a reprodução de experimentos históricos é importante ao ensino das ciências.

Dessa forma, o que defendemos aqui, é que a experimentação pautada em um viés histórico-cultural carrega um grande potencial no ensino das Ciências [...]. Contudo, em uma forma complementar às mais diversas abordagens que vem sendo discutidas, ressaltamos a importância de que elementos histórico-culturais sejam trabalhados concomitantemente aos experimentos históricos, de maneira a potencializar um ambiente que fomente a reflexão sobre outros temas estruturantes da construção do saber científico (JARDIM; GUERRA, 2017, p. 257).

Essa contribuição dada por Jardim e Guerra também podem ser estendidas ao ensino de química.

Diante das contribuições apresentadas anteriormente, a pesquisa aqui proposta neste projeto propõe articular ambas as metodologias, experimentação e história e filosofia da ciência, em uma sequência didática buscando compreender como os sujeitos alvos de tal

articulação compreendem diferentes contribuições conceituais, filosóficas, metodológicas, procedimentais e atitudinais a partir de tal proposta.

As questões metodológicas referentes à produção das sequências didáticas e da abordagem de pesquisa relativa aos impactos didático-pedagógicos serão apresentados na seção a seguir.

3 QUESTÃO DE PESQUISA

Diante do contexto apresentado, o objetivo desse trabalho é avaliar as contribuições didático-pedagógicas e formativas da vivência, por licenciandos, de uma Sequência de Ensino por Investigação aliando história da ciência e experimentação no interior de uma disciplina técnico-científica dentro de uma licenciatura em química. Para tanto, os passos a serem realizados são os seguintes: levantar temas históricos relevantes para o interior da disciplina técnico-científica alvo da atividade, em seguida levantar experimentos com conteúdo relevantes para o interior da disciplina técnico-científica alvo da atividade em consonância com os temas históricos, construir um texto historiográfico para aporte na atividade a ser construída em consonância com o aparato experimental a ser utilizado, construir uma sequência didática envolvendo o tema histórico e a experimentação propostos, construir um instrumento de investigação qualitativa para avaliar os aspectos didático-pedagógicos da atividade proposta, aplicar a atividade em sala de aula dentro de uma disciplina técnico-científica, coletar os dados propostos a partir do instrumento e analisar os dados coletados a partir de uma perspectiva qualitativa.

4 METODOLOGIA

Para esse trabalho cujo objetivo é avaliar as contribuições didático-pedagógicas e formativas da vivência, por licenciandos, de uma Sequência de Ensino por Investigação aliando história da ciência e experimentação no interior de uma disciplina técnico-científica dentro de uma licenciatura em química, serão necessárias três metodologias diferentes: a) para a parte da História e Filosofia da Ciência, será necessário realizar o levantamento histórico, para isso será utilizado a historiografia; b) para a organização da sequência didática, será utilizado a Sequência de Ensino por Investigação e c) para a pesquisa das contribuições didático-pedagógicas dessa sequência, utilizaremos a fenomenologia. Ao final da seção, apresenta-se como se deu a coleta de dados e quem foram os participantes da pesquisa.

4.1 HISTORIOGRAFIA

Kragh (2001) considera dois significados para o termo história, sendo que a história (H_1) descreve os acontecimentos reais que aconteceram no passado. Muitas vezes não temos contato com essa história (H_1). A história (H_2) é a “análise da realidade histórica (H_1)”.

A historiografia é resultado da H_2 . Pode ser tanto “a descrição dos acontecimentos do passado escritos por historiadores” como também “as reflexões teóricas sobre a natureza da história (H_2)” (KRAGH, 2001). Kragh (2001, p.25) considera ainda que “a história puramente descritiva não será historiografia em si mesma, mas pode ser alvo de uma análise historiográfica”.

Da mesma forma, é possível distinguir a ciência em dois níveis. A Ciência (C_1) “é uma coleção de afirmações empíricas e formais acerca da natureza”, ou seja, sobre as teorias que sustentaram determinado conhecimento científico. A esse modo de ver, a ciência é um produto acabado. A Ciência (C_2) “diz respeito as atividades ou comportamento dos cientistas, incluindo fatores de importâncias para aqueles, desde que essas atividades estejam relacionadas com empreendimentos científicos” (KRAGH, 2001).

A diferença entre C_1 e C_2 depende em que ponto está se dando ênfase na história ou na ciência. Kragh (2001) considera:

Se é a história da ciência que nós queremos referir, então a ciência em causa será frequentemente a ciência no sentido C_1 , consistindo sobretudo em análise técnica do conteúdo de publicações científicas conduzido dentro de um enquadramento científico. Entretanto, a história da ciência será ciência no sentido de Ciência C_2 (KRAGH, 2001, p.26).

Dessa forma, de uma maneira geral, a história da ciência dedica-se à ciência em seus aspectos históricos (KRAGH, 2001).

Quando se pretende fazer uma pesquisa sobre a História da Ciência, é necessário utilizar de documentos. Esses documentos podem ser de fontes primárias (documento escrito pelo próprio autor que está sendo estudado) ou secundárias (estudos historiográficos ou obras sobre o autor ou período investigado) (MARTINS, 2005).

Quando se trata de uma obra primária, pode ser considerado tanto um livro escrito de próprio punho, ou um livro publicado posteriormente, pois pode ser que o pesquisador tenha contato mais facilmente com a obra impressa. Se o conteúdo do livro for idêntico à obra escrita, pode ser utilizada qualquer uma das duas, mas se possuir diferenças, as duas devem ser analisadas (MARTINS, 2005).

Devem ser preferíveis as fontes mais próximas possíveis das originais para que tenha mais fidelidade ao autor original. Da mesma forma que se deve tomar cuidado com cópia de manuscritos, traduções e citações, pois elas podem possuir erros e omissões e não possuir o conteúdo original. Como exemplo dos manuscritos de Platão e Aristóteles, que eram feitas várias cópias, os copistas faziam anotações próprias, conduzindo muitas vezes a uma interpretação diferente da verdadeira. O mesmo acontece com a tradução de um texto original para outro idioma, muitas vezes as traduções não correspondem exatamente ao que texto original dizia (MARTINS, 2005).

Não são apenas textos escritos que são objetos de estudos da história da ciência. Podem ser utilizados fotos, desenhos, pinturas, materiais de laboratório, prédios antigos, por exemplo. Quanto mais próximo do original, melhor (MARTINS, 2005).

Há alguns problemas encontrados no uso da História da Ciência. O primeiro é uma história da ciência descritiva, em que aparecem apenas datas, sem relevância alguma. Nesse tipo de história, muitos personagens aparecem como heróis, não considerando o processo de construção do pensamento científico. É o caso da história em que Newton teve um *insight* para a teoria da gravitação universal quando uma maçã caiu em sua cabeça, ou com Lavoisier sendo considerado o “Pai” da Química Moderna. Esse tipo de história não considera importantes as ideias anteriores às que “deram certo”. Os cientistas que não desenvolveram tal teoria são considerados como derrotados (MARTINS, 2005).

Outro problema historiográfico é a visão *whig*, também conhecida como anacrônica, que é uma história que não considera a temporariedade dos fatos, que, “analisa o passado à luz do presente” (MARTINS, 2005).

Existe outro obstáculo para o uso da história da ciência: a visão diacrônica, que “consiste em estudar a ciência do passado à luz da situação e das opiniões que verdadeiramente existiram no passado”, ou seja, considera os pensamentos e opiniões das pessoas diretamente envolvidas com o fato analisado. Não se considera ocorrências posteriores ou anteriores que não foram consideradas na época (KRAGH, 2001, p.100).

Não se defende o uso exclusivo de uma destas posturas, mas sim o uso concomitante e dialógico de ambas, pois segundo Ferreira e Martins (2009):

[...] atualmente, o historiador da ciência procura entender o cenário da construção dos conhecimentos em determinada época, de modo contextualizado, tendo como princípio a concepção de que cada cultura e período têm formas particulares de ver o mundo, problemas peculiares que desejam resolver e formas de resolvê-los também peculiares (FERREIRA; MARTINS, 2009, p. 12).

Martins (2005) considera outro problema no uso da História da Ciência, a “utilização ideológica da História da Ciência (de forma nacionalista, política ou religiosa)”, em que se atribui boas contribuições a um país específico, ou a cientistas de um país, e ruins a uma nação rival (MARTINS, 2005).

Outro vício a ser evitado é o termo *apud*, que é utilizado para referenciar um trabalho secundário em que se referenciou um trabalho original. Esse termo deve ser utilizado quando o pesquisador não teve contato com a obra original, e irá basear seu trabalho em outro trabalho escrito com base no texto original, mas deve-se ser utilizado com cautela pelos mesmos motivos citados anteriormente (MARTINS, 2005).

A história da ciência é constituída pelas atividades e produções dos cientistas, considerando seu contexto, já a historiografia da ciência, é constituída por textos que descrevem e refletem a atividade científica (MARTINS, 2004).

Dependendo do uso que lhe se queira, a historiografia pode contribuir para que se construa uma imagem de ciência mais elaborada, realista e complexa, mas isso não significa que haja uma única historiografia correta e que seja superior às outras (VIDEIRA, 2007).

As narrações da história da ciência possuem “raízes” que não são visíveis, sendo função da historiografia descobrir que “raízes” são essas e por que foram elas as escolhidas, ou seja, “a historiografia é um discurso crítico, que procura mostrar, o mais claramente

possível, as bases epistemológicas, históricas, políticas e axiológicas sobre as quais os discursos históricos são construídos” (VIDEIRA, 2007, p.122).

Há ainda um terceiro nível: a reflexão sobre a atividade dos historiadores, que pode ser também chamado de “historiografia”, mas que Martins (2004) chama de “meta-historiografia”, sendo exemplos trabalhos sobre a metodologia da pesquisa histórica e discussões sobre correntes e abordagens utilizadas pelos historiadores. Na história da ciência, os estudos meta-científicos se interessam por esclarecer alguns aspectos da atividade dos cientistas (MARTINS, 2004).

Martins (2004) considera ainda um quarto nível, que diz respeito à meta-historiografia da ciência, que consiste em uma reflexão sobre as atividades dos historiadores da ciência. Para esse trabalho utilizaremos os primeiros níveis da história, utilizando a história da ciência e a historiografia, tendo como ferramentas textos históricos/historiográficos e experimentos históricos relacionados com conteúdos da grade curricular do Ensino Médio na disciplina de Química. Entendemos por textos historiográficos uma das considerações que citamos anteriormente sobre Kragh a respeito da historiografia: “a descrição dos acontecimentos do passado escritos por historiadores”.

Para Videira (2007, p.122), um bom trabalho historiográfico é aquele que “consegue apontar com clareza quais são os múltiplos elementos presentes na relação da ciência com o “mundo exterior””.

4.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Uma atividade só é considerada investigativa se os alunos forem participativos nas atividades. Essa participação não deve ser limitada a manipular ou observar, mas sim refletir, discutir, relatar, explicar, se assemelhando a uma investigação científica (AZEVEDO, 2004).

A Sequência de Ensino por Investigação (SEI) deve iniciar com um problema, deve conter atividades de sistematização de conhecimento, e por último, atividades que possibilitem a contextualização dos conhecimentos construídos (CARVALHO, 2013). As etapas da SEI estão resumidas no quadro 1.

Quadro 1 - Etapas da Sequência de Ensino por Investigação

Etapa	Descrição
Problematização	Deve conduzir aos alunos a pensarem sobre o assunto, deve se basear em situações reais que os alunos encontram em seu cotidiano. Eles devem expor esses conhecimentos, e o professor deve fazer questionamentos para explorar essas opiniões. É importante ser feitos em grupo. Podem ser utilizados problemas experimentais ou não experimentais.
Sistematização de conhecimento	É a fase para se organizar o conhecimento. Deve ser utilizada preferencialmente a leitura de textos. As discussões devem ser mais formais, de acordo com os conceitos aprendidos na etapa anterior. Podem ser utilizados também “problemas de lápis e papel, questionários semi-abertos, vídeos, atividades de modelizações”.
Contextualização	Devem ser utilizadas atividades para que os alunos consigam relacionar o problema investigado com algum problema fora desse contexto, como algo social ou tecnológico por exemplo.

Fonte: adaptado de Azevedo (2004), Carvalho (2013) e de Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008).

O problema inicial pode ser experimental ou teórico, e deve conduzir aos alunos a pensarem sobre o assunto. Esse problema deve se basear em situações reais que os alunos encontram em seu cotidiano (AZEVEDO, 2004). Os alunos não são mais considerados como uma “tábula rasa”, como o eram o ensino tradicional. Eles possuem opiniões e conhecimentos empíricos trazidos do seu dia a dia. Na problematização, os alunos devem expor esses conhecimentos, e o professor deve fazer questionamentos para explorar ainda mais essas opiniões. Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008) consideram que é importante que seja feito em pequenos grupos e posteriormente em grupos maiores.

O professor tem papel importante nessa etapa da aula. Ele não deve apenas saber o conteúdo que está ensinando, ele deve ser questionador, argumentador, deve saber conduzir as perguntas, estimulando e desafiando os alunos (AZEVEDO, 2004).

Após essa problematização inicial, é necessária uma atividade de organização de conhecimento. Carvalho (2013) considera que essa atividade deve ser preferencialmente a leitura de textos, sendo uma complementação do problema. Nesse momento é necessário que

as discussões sejam mais formais, de acordo com os conceitos aprendidos na etapa anterior. Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008, p.35) apresenta que nessa etapa podem ser utilizados “problemas de lápis e papel, questionários semi-abertos, vídeos, atividades de modelizações”.

Na última fase, contextualização, devem ser elaboradas atividades para que os alunos consigam relacionar o problema investigado com algum problema fora desse contexto, como algo social ou tecnológico por exemplo. Algumas SEIs necessitam de vários ciclos dessas três etapas ou de outras atividades (CARVALHO, 2013).

Carvalho (2013) considera ainda que nas séries finais do Ensino Fundamental e Médio, podem ser utilizados textos de História da Ciência na etapa de contextualização. O uso de História da Ciência como ferramenta nas aulas de Química, será abordado nas seções seguintes.

Ao final de uma SEI, é importante ter uma avaliação. O termo avaliação nesse momento não deve expressar atribuição de notas, mas sim uma verificação se os alunos estão aprendendo aquilo que se está tentando ensinar. Nas etapas anteriores da aula, também é importante que o professor esteja atento à aprendizagem dos alunos, notando a participação dos mesmos, verificando se aqueles que não participam das conversas estão acompanhando o desenvolvimento, se apenas ouvindo estão conseguindo sintetizar as informações apresentadas (CARVALHO, 2013).

4.3 PESQUISA QUALITATIVA DE CUNHO FENOMENOLÓGICO

Contrariando os paradigmas positivistas da pesquisa em ciências naturais, surgem as abordagens qualitativas de pesquisa, fundamentadas em elementos de Antropologia e Sociologia. Para Chizzotti (2003), o termo qualitativo acarreta em um denso mergulho em pessoas, fatos e locais que se dão como objeto de pesquisa, a fim de extrair desse convívio, significados somente perceptíveis a uma atenção sensível. A pesquisa qualitativa se fundamenta em pressupostos contrários ao modelo experimental, adotando técnicas e métodos distintos dos estudos experimentais.

Um primeiro ponto que distingue a pesquisa qualitativa do método experimental é que a mesma opta pelos métodos clínico, a descrição do homem em um dado momento e cultura, e histórico-antropológico, captando os aspectos específicos dos dados no cenário em que pertencem. Em segundo lugar, a pesquisa qualitativa admite que há uma relação dinâmica

entre mundo real e o sujeito, onde a objetividade do mundo e a subjetividade do sujeito possuem vínculos indissociáveis (SUART JÚNIOR, 2016).

Uma vez que nas ciências humanas os objetos de estudo pensam, agem, reagem, são atores orientando a situação de diversas maneiras, os fatos não podem ser considerados como coisas. Isso acontece também com o pesquisador, já que ele também é um ator exercendo sua influência. Sendo assim, há de se considerar que o jogo de vontades entre atores, objetos de estudo e pesquisador, constrói um conhecimento baseado em prudência e método, que também permite variabilidade. O verdadeiro nas ciências humanas se dá como um verdadeiro relativo e provisório (CHIZZOTTI, 2003).

A pesquisa qualitativa encontra-se alicerçada em diferentes orientações filosóficas e tendências epistemológicas, advogando variados métodos de pesquisa tais como a entrevista, a observação participante, a história de vida, o testemunho, a análise do discurso, estudo de caso, qualificando assim a pesquisa como participativa, etnográfica, pesquisa-ação, teoria engendradora ou ainda estudos culturais, por exemplo. Desta forma, a partir do termo qualitativo, abriga-se uma modulação semântica atraindo uma combinação de tendências aglutinadoras tais como a fenomenologia, o construtivismo, a etnometodologia, o interpretacionismo e o pós-modernismo (CHIZZOTTI, 2003).

Para Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa apresenta tradicionalmente, grandes características, de forma que a pesquisa em si nem sempre apresenta estas em total equilíbrio de recorrência.

Primeiramente, na investigação qualitativa a fonte de dados é o ambiente natural, sendo o investigador o instrumento principal. Os investigadores introduzem-se e dedicam grande quantidade de tempo nos espaços relacionados procurando interpretar questões. Mesmo que o investigador utilize equipamentos para a coleta de dados, como gravações em áudio ou filmagens, os dados recolhidos são complementados por informações que o pesquisador obtém a partir do contato direto vivenciado. Os materiais registrados são revistos em sua totalidade pelo investigador, apreendendo o entendimento que este tem deles, o elemento chave da análise (SUART JÚNIOR, 2016).

O investigador qualitativo tem a preocupação de frequentar os locais de estudo, pois sabe que o contexto, presente na história de suas instituições, tem grande importância na compreensão das ações. Sendo assim, o contexto passa a ser de fundamental importância, pois o local de produção da informação de interesse do pesquisador é parte desta informação. Portanto, as ações são mais bem entendidas quando observadas em seu ambiente natural de

ocorrência, o que impõe ao pesquisador que ele vivencie o local de produção destes dados. (SUART JÚNIOR, 2016).

Outra característica importante da investigação qualitativa é que ela é descritiva. Os dados não são números, mas manifestam-se como palavras ou imagens, sendo que os resultados da investigação comportam citações feitas com base nos dados como forma de ilustrar e substanciar a apresentação. Podem fazer parte dos dados transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais, memorandos e outros registros oficiais. Na busca de conhecimento, os investigadores qualitativos tentam analisar os dados em toda sua riqueza, respeitando ao máximo possível, a forma em que foram registrados ou transcritos (SUART JÚNIOR, 2010).

Não sendo dados numéricos, mas sim falas, ações, imagens, a pesquisa qualitativa requer uma análise descritiva, buscando uma total riqueza nos detalhes, respeitando à originalidade das informações captadas. Dessa forma, o mundo deve ser analisado com a visão de que nada é trivial, e que pode, e deve constituir uma possibilidade para estabelecer esclarecimento do objeto de estudo. Sendo assim, o processo torna-se tão importante quanto os dados, pois a análise da construção das informações também fazem parte dos dados a serem analisados (SUART JÚNIOR, 2010).

Dentre as diferentes metodologias de pesquisa qualitativa, opta-se aqui pela Pesquisa Qualitativa de cunho Fenomenológico.

Os caminhos da pesquisa qualitativa caracterizam-se mais por dúvidas, incertezas, indefinições do que por certezas absolutas e rotinas de trabalho. A Fenomenologia tem ganhado progressivamente reconhecimento como metodologia de pesquisa qualitativa. O método fenomenológico é adequado quando que se queira dar destaque à experiência de vida. As dificuldades do uso desse método na pesquisa consistem no fato de ser uma perspectiva oriunda da cultura filosófica. A Fenomenologia nasce no início do século XX com a obra de Husserl “Investigações Filosóficas”. Para ele a Fenomenologia ficaria postada no fenômeno tal com é dado à consciência, deixando de lado as origens causais e sua natureza fora do próprio ato desta. Por fenômeno entende-se aqui tudo que se manifesta ou se revela por si mesmo. A ênfase da fenomenologia está no componente sujeito do comportamento humano (SUART JÚNIOR, 2010).

Para os fenomenologistas, coexistem múltiplas formas de experiência e de interpretá-las, em função das interações com os outros, sendo então a realidade “socialmente construída”. Para Merleau-Ponty a fenomenologia é o estudo das essências que recoloca a essência na existência das coisas. Na fenomenologia há a procura pela facticidade. O mundo é

então considerado anterior a qualquer reflexão, abstendo-se à descrição direta da experiência. Tem por objetivo um retorno às coisas mesmas, ao mundo irrefletido, a busca do contato primeiro (CARNEIRO; GENTIL, 2009).

Como modo de investigação, a fenomenologia refere-se à descrição do fenômeno e à detecção de invariantes nas diferentes descrições, de modo que uma reflexão sobre tais invariantes, embasada na inteligibilidade do que permitem compreender, conduz à essência do fenômeno, desvelando “isto que existe” pelo modo “como existe” (MARTINS; BICUDO 1994; BICUDO, 2011).

Para ter acesso e desvendar uma experiência, o pesquisador precisa de informações a respeito da situação vivida, fornecidas pela própria pessoa. O método a ser empregado se inicia após a descrição de um determinado fenômeno ter sido obtida, a partir de uma entrevista, relato, ou até mesmo de um questionário.

Giorgi (1985 apud MOREIRA, 2002, p.123) estabelece quatro momentos no método fenomenológico:

1. Leitura das descrições sem buscar interpretações para se obter um sentido do todo.
2. Discriminação de “unidades de significado” espontaneamente percebidas nas descrições dos sujeitos.
3. Transformação das expressões cotidianas em linguagem psicológica, ou seja, discriminação de categorias a partir das expressões concretas.
4. Síntese das “unidades de significado” transformadas em proposições ou “estrutura da experiência”

Primeiramente, é necessário realizar uma leitura atenta ao descrito em sua totalidade. Tomado contato com a descrição e feita esta primeira aproximação, o pesquisador deve colocar em evidência sentidos que detecte como importantes a partir de uma orientação com relação à sua proposição de pesquisa. Bicudo (2011) denomina essas evidências como *Unidades de Sentido*.

A partir das unidades de sentido, o pesquisador deve, reunindo sentidos colocados em evidência, estabelecer *Unidades de Significado*. Seu papel é transformar as expressões de linguagem cotidiana em uma linguagem condizente com aquela do campo de inquérito do pesquisador, mediante um procedimento de análise dos significados das palavras, de reflexão e de variação imaginativa.

O último passo é a síntese e a integração dos “insights” contidos nas unidades de significado transformadas, na descrição consistente de uma estrutura psicológica de eventos. Segundo Bicudo (2011), após o procedimento de análise das descrições, o método abrange dois modos: a análise ideográfica e a análise nomotética. A análise ideográfica refere-se à representação das ideias dos sujeitos, à descrição individual do ideário, ao isolamento das unidades de significado. Ao se passar desta análise para uma análise geral, tem-se, então, a análise nomotética.

No próximo passo, a determinação de convergências e divergências têm a função de elucidação do fenômeno e não um caráter de generalização, propondo categorias abertas constituídas da reunião de unidades de significados com base nos processos de redução efetuados pelo pesquisador (BICUDO, 2011).

Admite-se uma dependência entre as análises: sem o estabelecimento das unidades de significado torna-se praticamente impossível a passagem para o geral. Ao perguntar o ponto de vista dos sujeitos de pesquisa é de se admitir então que, em vista do contexto e desta visão interacionista, o que se tem na verdade é um construto da própria investigação.

Diante disso, para esse projeto, para realizar o levantamento das contribuições que a proposta de ensino terá numa disciplina de licenciatura, será realizada com os alunos participantes uma entrevista semiestruturada.

Para conceituar, a entrevista é tida como uma forma de comunicação entre no mínimo duas pessoas (FRASER; GONDIM, 2004). Dependendo da forma de conversação estabelecida, se têm o acesso direto ou indireto de opiniões, crenças e valores a respeito de um assunto vivido. Conforme aponta Fraser e Gondim (2004, p.140) “a entrevista dá voz ao interlocutor para que ele fale do que está acessível a sua mente no momento da interação com o entrevistador”.

Manzini (2004) classifica a entrevista em três tipos: estruturada, não estruturada e semi-estruturada. As estruturadas, também chamadas de fechadas, possuem perguntas fechadas, havendo para isso uma estruturação rígida em seu roteiro, com pouco espaço para opiniões espontâneas do entrevistado. A pesquisa não estruturada possui ampla liberdade nas perguntas e na intervenção do entrevistado. Já a semi-estruturada, que será utilizada nesse projeto, possui um roteiro previamente preparado, composto por questões abertas.

4.4 COLETA DE DADOS E PARTICIPANTES DA PESQUISA

A descrição da elaboração atividade e da pesquisa será apresentada na seção 5.2, a qual faz parte dos resultados.

A atividade foi desenvolvida com duas turmas de alunos do primeiro semestre do curso de licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Apucarana, na disciplina de Química Geral 1, tendo a permissão dos professores regentes. Participaram das atividades 33 alunos, porém a pesquisa foi desenvolvida apenas com os alunos que consentiram em participar, mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, cujo modelo está no anexo A, sendo no total de 16 alunos. Um número maior de alunos assinou o termo, mas estes se recusaram a responder as perguntas quando teve início a entrevista, sendo então desconsiderados.

Por ser um trabalho que envolve entrevista com pessoas, foi necessário solicitar autorização para o Conselho de Ética na Pesquisa – CEP – que de acordo com o parecer 3.610.407 de 30 de setembro 2019 aprovou o protocolo de pesquisa.

Após a aprovação do CEP, a atividade foi então desenvolvida com os alunos, a qual será descrita em seção própria. Após a execução da mesma, o passo seguinte foi entrevistar os participantes.

Foi realizada com os mesmos uma entrevista semiestruturada, cujas particularidades foram apresentadas na seção 4.3, ocorrendo da seguinte forma: foi mantido contato com os alunos via aplicativo WhatsApp, sendo que inicialmente pediu-se para eles descreverem a experiência de ter participado da aula. Conforme os alunos iam respondendo, se faziam novas perguntas, conforme achava-se pertinente, a fim de solicitar mais dados sobre determinados aspectos específicos.

Perguntou-se sobre como eles avaliavam o formato da atividade, sobre a condução da mesma, se houve relação entre a parte teórica e a prática, sobre as dificuldades encontradas na realização da mesma, se foi interessante, se causou motivação. Perguntou-se também o que eles conseguiram aprender com o experimento, qual o papel que o contexto histórico havia representado para eles, se eles acreditavam que a atividade havia contribuído para a formação dos mesmos, e em caso afirmativo, se havia sido positiva ou negativamente, como ela contribuiu e por que contribuiu, se havia permitido compreender a importância de se conhecer “o contexto da época” de uma determinada teoria, se eles achavam que deveriam ser desenvolvidas mais aulas nesse formato, se esse tipo de atividade ajuda a desconstruir a visão de ciência como um conhecimento acabado. Eles deveriam também sugerir conteúdos que poderiam ser desenvolvidas com esse viés, assim como relataram se utilizariam a atividade da

forma em que foi proposta ou fariam algo diferente. O roteiro de perguntas se encontra em anexo, embora não tenha sido seguida a ordem exatamente como está descrito, mas sim conforme se achava viável, pedindo que eles respondessem com detalhes a cada pergunta.

Foi realizada ainda, com poucos alunos, uma entrevista com contato pessoal, visto que pelo aplicativo algumas respostas foram consideradas inconclusivas. Alguns não permitiram esse contato pessoal, tendo que ser utilizadas apenas as respostas obtidas pelo WhatsApp, mas como o aplicativo permite tanto conversa via mensagem de texto como mensagem de áudio, acredita-se que mesmo tendo acontecido via celular, esse contato, na medida do possível, foi satisfatório e facilitou a obtenção de respostas, uma vez que permitiu que os alunos respondessem quando achassem conveniente.

Coletado os dados (as respostas) dos 16 participantes, foi realizada análise fenomenológica com os mesmos, conforme será discutido adiante.

5 RESULTADOS

Inicia-se aqui a apresentação dos resultados obtidos com esse trabalho.

Enquanto aguardava-se a resposta do CEP, começou-se a levantar temas históricos relevantes para o interior da disciplina técnico científica alvo da atividade, sendo escolhida a alquimia. A partir do tema escolhido, iniciou-se nova pesquisa a fim de levantar experimentos com conteúdo relevante em consonância com o tema, sendo escolhido um experimento que simulasse a “transmutação”, cujo era objetivo principal da alquimia.

Em seguida teve início a construção do texto historiográfico para aporte na atividade conciliado com o tema e o experimento. Por ser o texto um dos resultados desse trabalho, optou-se por apresentá-lo nessa seção.

Construiu-se uma sequência didática envolvendo o tema histórico e a experimentação propostos, a partir da metodologia da Sequência de Ensino por Investigação, cujas características foram discutidas na seção Metodologia.

Para a análise de dados, foi escolhida a fenomenologia, cujas características também foram discutidas nessa mesma seção. Para tanto, foi construído um instrumento de investigação qualitativa, que consistiu em uma série de perguntas com o objetivo principal de investigar quais implicações a atividade resultou nos alunos participantes após a atividade ser desenvolvida. O protocolo de perguntas (apêndice D) será melhor discutido na seção 5.2.

Apresenta-se abaixo o texto historiográfico construído.

5.1 TEXTO HISTÓRICO

5.1.1 Da Alquimia à Química: do Vitalismo ao Mecanicismo

A química como ciência racionalmente organizada surgiu no século XVIII, mas há cerca de 7000 anos já se tinha preocupação com assuntos que hoje se referem à química como a conhecemos. Inicialmente esses assuntos se referiam às artes milenares como metalurgia, cerâmica, fármacos, corantes, pigmentos, alimentos, e também sobre a origem e transformação das coisas materiais, bem como suas relações com o divino. Acredita-se que a

Química tenha surgido com os gregos a partir do século VII a. C. (MAAR, 2008). Veremos as contribuições gregas numa seção própria.

A química herda muitas das ideias da alquimia. Por muito tempo a Química esteve a serviço da Medicina, com a Iatroquímica, como veremos mais adiante (MAAR, 2008).

Anteriormente à Química, existiram práticas conhecidas como Protoquímica e a Alquimia. A Protoquímica se referia à reflexões teóricas e artes práticas do antigos (MAAR, 2008). Quanto à alquimia, a qual daremos maior destaque e apresentaremos adiante suas principais características, a mesma carregava consigo ideias vitalistas como será discutido na seção seguinte.

5.1.1.1 O Período Vitalista

Desde o início da agricultura, nasce a ideia de “mãe terra”, como uma deusa que em seu ventre fértil germinariam as sementes, cabendo ao agricultor garantir a fecundação. Dessa forma, o agricultor não é apenas o técnico, mas necessita de rituais mágicos para garantir essa fecundação. Nasce daí a ideia de o homem controlar e acelerar os processos e as forças da natureza. Essa sociedade envolvida com a mineração e a metalurgia carregam com si a visão vitalista e sagrada do universo (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Dessa forma, técnicas antigas dos curandeiros, mineiros e ferreiros eram carregadas de magia e rituais, fato esse que acredita-se que tenha dado início à alquimia, sendo que o que diferia a alquimia da metalurgia é a tentativa da primeira de entender os segredos da matéria (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Acreditava-se que os metais eram “vivos”, que cresciam no interior da Terra. Após um certo período de exploração, a mina era fechada para que pudesse gerar novos minerais (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

5.1.1.1.1 *Primórdios*

Como apresentado anteriormente, há cerca de 7000 anos já se tinha preocupação com assuntos que hoje se referem à química, ou seja, já se “fazia” química há muito tempo, mas é

recente a criação de uma palavra para designar tais atividades. O termo Chemeia foi utilizado por Olimpiodoro no século IV, se referindo à arte da metalurgia, especialmente na capacidade de obter ouro e prata a partir de outros metais (MAAR, 2008).

Muitas civilizações apresentavam crenças míticas. A civilização hindu, por exemplo, sendo antecedida por uma cultura neolítica, desenvolve técnicas mágicas-míticas, de forma que a agricultura, a metalurgia, a forjaria, a medicina e a arquitetura possuíam caráter místico, estando ligados à magia, à mântica, à paleomatemática e à astrologia. Eles acreditavam que tais atividades haviam sido trazidas por deuses, sendo consideradas sagradas (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Havia uma religião astral caldeia que consistia na crença que dependendo da posição dos corpos celestes na zênite, era enviado à terra boas ou más energias. É atribuído a essa religião a associação dos sete deuses planetas com seus respectivos metais. Considerando as atuais nomenclaturas, esta era a relação: Sol/ouro, Lua/prata, Mercúrio/mercúrio, Vênus/cobre, Marte/ferro, Júpiter/estanho e Saturno/chumbo (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Na Mesopotâmia, já se praticava a agricultura e a cerâmica por volta de 8000 a.C., tendo tido também origem mágica. Com a dominação do império caldaico pelos persas, a Mesopotâmia foi então dominada pela sabedoria persa do Zoroastro. Essa religião tinha por ideia principal o dualismo constante entre as duas forças do bem e do mal, sendo que o mal seria superado, tanto no Universo, como principalmente no interior do homem. O Zoroatrismo foi se espalhando à medida que o império persa ia conquistando novas terras (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

No vale do Nilo também aparece uma civilização mítica, de forma que as atividades relacionadas com a agricultura, cerâmica, medicina, mineração, metalurgia e arquitetura, possuíam características místicas. Suas atividades mostram analogias, como o refino de metais e de pedras ornamentais estando relacionado com a cura de doenças e a imortalidade. Estas técnicas estavam ligadas ao culto dos mortos. Importante considerar a ideia de mumificação como um processo para a imortalidade (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Com a conquista da Média e da Babilônia por Ciro II, a religião Zoroástrica se une à astrologia babilônica. Dessa união acredita-se que tenha surgido uma corrente de pensamento que teria influenciado no desenvolvimento da primeira escola gnóstica dos primeiros séculos da nossa era. Entre os participantes da mesma, destaca-se Bolos de Mende, autor ao qual é atribuído a *Physica et mystica*, que teria dado origem às práticas de laboratório dos

alquimistas helenísticos, e Maria, a Judia a qual daremos maior atenção posteriormente (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Essas crenças teriam influenciado na origem da alquimia, sendo que em cada uma dessas civilizações a mesma possuía características próprias, mas que se assemelhavam.

Quanto à origem da palavra alquimia, há várias versões aceitas. Em uma delas, acredita-se que da Grécia é a origem da palavra Chemeia, que originou o termo árabe Kimiya, que deu origem à Al-Kimiya repassado a Europa. O termo Chemeia teria tido origem da palavra Citem que se refere à coloração negra, que pode se referir ao próprio Egito, que era conhecido como Terra Negra, mas também à coloração do metal após a calcinação, ou ainda em referência à cor de origem divina em homenagem ao deus Anubis (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). É do Egito os escritos mais antigos que se tem conhecimento.

Diante do apresentado, o principal objetivo dos alquimistas era o processo de transmutação de metais em ouro. Para tanto, a massa morta deveria ser tingida por um processo análogo ao crescimento de uma semente. Sob a influência do calor prolongado e suave, a massa era tratada com certos espíritos e águas que renovavam a vida e causavam desenvolvimento (LEICESTER, 1971).

Acreditava-se que os metais cresciam no interior da terra, num processo análogo à gestação, e se nada interrompesse esse processo, todos os minerais se converteriam em ouro (ELIADE, 1974). Os metais seriam produzidos no seio escuro da Terra pelo trabalho dos sete planetas, isto é, o Sol, a Lua e os cinco planetas visíveis a olho nu (BURCKHARDT, 1976). Se o metal extraído fosse outro qualquer, era porque havia acontecido um “aborto”, e cabia aos alquimistas realizar em seus laboratórios aquilo que não havia sido conseguido na natureza: a maturação do metal em ouro (BURCKHARDT, 1976). Nesse sentido, os fornos, de certo modo seriam uma matriz artificial onde o mineral concluiria sua gestação (ELIADE, 1974).

Os reagentes que os alquimistas usavam eram chamados de “águas” se fossem líquidos, e eram usualmente substâncias que produziram uma cor nas superfícies metálicas. É quase impossível seguir os detalhes dessas receitas por causa da maneira vaga como os vários reagentes são nomeados (LEICESTER, 1971).

Os alquimistas eram adeptos da teoria do microcosmo-macrocosmo, de forma que as mudanças que ocorriam no macrocosmo, ou grande mundo, se repetiam no microcosmo, representado pelos seres vivos. Dessa forma, quando se conseguia alcançar o metal perfeito, encontrar-se-ia também a perfeição para o ser, na forma de vida eterna (LEICESTER, 1971).

Acreditava-se numa espécie de espírito (pneuma), que era um constituinte essencial de todas as coisas e agia sobre um corpo para produzir mudanças. No microcosmo o corpo morria, deixando uma semente que, impulsionada pelo pneuma, se desenvolvia através de uma série de mudanças, acarretando na perfeição final de sua espécie. Acreditava-se também que isso acontecia com o macrocosmo (LEICESTER, 1971).

Portanto era necessário "matar" os materiais com os quais o alquimista trabalhava, ou seja, produzir uma mudança em suas propriedades para levá-lo tão próximo quanto possível à perfeição (LEICESTER, 1971). A "matéria" deveria ser separada de seus vínculos ásperos e superficiais. É como se o espírito e a alma se separassem para, depois do divórcio, se casar novamente (BURCKHARDT, 1971).

A Alquimia passou por diferentes períodos, iniciando-se nas civilizações míticas, tendo uma primeira versão racional em Alexandria e uma segunda versão com os Árabes que posteriormente a levaram para a Europa. Esses períodos serão discutidos a seguir.

5.1.1.1.2 As teorias gregas

Com os filósofos pré-socráticos os pensamentos sobre as origens das coisas começam a tomar melhor forma. Tales de Mileto, por exemplo, acreditava que o princípio último e primordial seria a água, e dela derivariam os outros elementos. Ela poderia ser “convertida” em ar, por exemplo, (evaporação). Já Anaxímenes considera o ar (Pneuma) como princípio fundamental, ao passo que para Anaximandro seria o Apeiron (indefinido) e para Anaxágoras existiria um espírito (nous), que seria uma substância que se uniria às outras. Cada partícula da matéria contém partes de todos os elementos. Para Heráclito esse princípio primordial seria o Logos (proporção, razão), de forma que fogo é ao mesmo tempo princípio último e agente desta transformação (ALFONSO-GOLDFARB, 2001; LEICESTER, 1971; MAAR, 2008).

Empédocles propôs que havia quatro elementos, terra, água, ar e fogo que estavam presentes em toda a matéria, sendo combinados ou separados pelo amor e o ódio - as duas “forças universais”. Ele não utilizou o termo “elemento” propriamente dito, mas seu conceito se assemelha ao que conhecemos por “elemento” hoje. Para ele, o mundo seria formado por sementes, ou divisões infinitesimais da matéria, que continham os quatro elementos. Essas sementes se combinariam e dariam origem a todas as coisas (ALFONSO-GOLDFARB, 2001;

LEICESTER, 1971; MAAR, 2008). O “elemento” de Aristóteles foi por ele definido como um corpo que forma os outros corpos, mas que ele mesmo não pode ser decomposto em corpos menores.

Outra contribuição grega foi o conceito de átomo. Demócrito, discípulo de Leucipo, acreditava que os átomos eram corpúsculos indivisíveis e indestrutíveis idênticos uns aos outros ao que se refere a sua natureza, que se diferiam devido ao tamanho, posição, ordem e forma (ANDERY, 2007). Para Leucipo e Demócrito os átomos seriam entidades imateriais que se moviam no vácuo ao acaso, e se ajuntavam para formar a realidade, seja ela material ou imaterial.

Aristóteles adota ainda a teoria dos quatro elementos, propondo ainda a “quintessência”, o éter que ocuparia os “espaços vazios”. Cada um desses elementos possuíam duas das qualidades (quente, frio, seco e úmido), e que alterando essas qualidades, alteraria também o elemento, num processo conhecido como transmutação, que será abordado posteriormente (ALFONSO-GOLDFARB, 2001; MAAR, 2008).

Acredita-se que a religião conhecida como Zoroastrismo, a qual já foi caracterizada anteriormente, tenha influenciado na origem desses elementos aristotélicos (MAAR, 2008).

Considerando ainda os “elementos aristotélicos”, eles contribuíram também para outras áreas do conhecimento. Na área da medicina, por exemplo, com Galeno, um dos principais médicos da antiguidade, se acreditava que o corpo humano era composto por quatro “humores” (sangue, bile amarela, bile negra e fleuma) (MAAR, 2008). Havia quatro qualidades associadas aos humores; quente, frio, úmido e seco, e por serem permutáveis, permitiam a transmutação de um elemento em outro (DEBUS, 2002).

Aristóteles traz também a teoria das “exalações”. Quando os raios de Sol incidem em terras secas, acontecem as exalações de fumaça (quente/úmida). Quando é incidida em terras úmidas, ocorre as “vaporosas” (frio/úmido). Os minerais seriam formados a partir do aprisionamento dessas “exalações” na crosta terrestre. As exalações de origem úmida dariam origem aos metais ao passo que as de origem seca, os fósseis, as gemas e as pedras (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Sendo assim, a alquimia teve sua origem nas civilizações míticas, a qual foi bastante influenciada por esse misticismo. Foi bastante influenciada também pela cultura grega, mas foi com os alexandrinos que ela começou a ser racionalmente organizada, como apresentada a seguir.

5.1.1.1.3 *Alquimia Alexandrina*

O misticismo oriental, discutido anteriormente, adentra a Grécia quando Alexandre Magno conquista essas terras em 330 a.C., se unindo a filosofia grega.

A alquimia Alexandrina teria nascido no período helenístico, que é o período entre Alexandre e Augusto, tendo sido influenciada, sobretudo pela filosofia grega, por artes práticas egípcias e o misticismo hebraico e persa. A alquimia apresentava certo caráter místico e simbólico, como continuação de práticas religiosas dos templos alexandrinos (MAAR, 2008).

Outros pensamentos importantes para o nascimento da alquimia alexandrina foram o gnosticismo e o hermetismo. O gnosticismo foi uma religião cuja origem é desconhecida, mas cuja filosofia indicava que o conhecimento era obtido através de revelação. Essa religião teria influenciado no hermetismo e simbolismo da alquimia (MAAR, 2008). O hermetismo foi uma doutrina dedicada ao deus egípcio Toth (ou Hermes para os gregos). Em um dos textos principais dessa doutrina, é revelado a Hermes o “intelecto supremo” que através deste seria possível entender os segredos da natureza e do universo (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). A alquimia carregou consigo muitos textos herméticos. Esses escritos possuíam muitos simbolismos e tinham por finalidade não deixar essa ciência acessível a todos, de forma que apenas os iniciados seriam capazes de compreender os símbolos. Acredita-se também que essa linguagem hermética da alquimia devia ao fato de que ela era uma arte proibida, e dessa forma deveria ser escondida (MAAR, 2008).

Como apresentado anteriormente, os sete deuses-planetas foram associados aos metais (Sol/ouro, Lua/prata, Vênus/cobre, Mercúrio/mercúrio, Marte/ferro, Júpiter/estanho e Saturno/chumbo), o que acredita ter sido influenciado por uma religião caldéica. (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Outros reagentes receberam nomes ocultos e que mudavam de período para período. Desse modo, um vasto e confuso sistema de nomes e símbolos cresceu o que desde então tornou a interpretação de manuscritos alquímicos uma tarefa difícil (LEICESTER, 1971).

Zózimo de Panápolis (300 d.C), foi o primeiro alquimista egípcio e o primeiro alquimista a ser chamado de “filósofo”. Sua principal obra conhecida é a “Cheirokmeta, apresentando muito simbolismo. Faz alusão a fornos, aparelhos de destilação e operações sobre a transmutação. Faz referências a alquimistas alexandrinos anteriores que teriam influenciado suas ideias, como Bolos (Pseudo – Demócrito) e Maria a Judia (MAAR, 2008).

É atribuído a pseudo Demócrito, datado do segundo século de nossa era, um dos primeiros textos alquímicos helenísticos, o *Physica et Mystika*. É dele que Zóximo retira sua concepção de matéria. Maria a Judia teria deixado como herança práticas refinadas de laboratório (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Em um de seus escritos, Zóximo apresenta um sonho o qual havia tido, no qual o “homem metálico – Ion” era esquartejado pela própria espada para transformar sua matéria em espírito. Daí concluiu que a matéria deve sofrer para acontecer a transformação, sendo separada de seu espírito. Dessa forma, se fosse possível extrair a “essência” do ouro, essa essência poderia ser utilizada para transformar outros materiais em ouro. Esse processo consistia em “matar” a matéria, libertando-a de suas qualidades originais, e após, essa matéria deveria sofrer o processo de renascimento, sendo purificada para receber o “espírito” do ouro. Após esse processo, muitas vezes o “material revivido” não possuía a cor de ouro, acreditando que faltasse apenas a cor para que fosse adquirida as qualidades do ouro (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Depois de Zóximo, a alquimia irá se cristalizar como uma teoria mística, afastando-se da investigação sobre a matéria (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Os alquimistas alexandrinos passaram a ser considerados autoridades máximas e irrefutáveis no assunto, e os alquimistas que se seguiram como Olimpodoro e Sinésio, já não apresentariam interesse no desenvolvimento das práticas alquímicas, de forma que a prática de laboratório passou a ser considerada como secundária (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Dessa forma, os alexandrinos deixaram como herança desde a ideia de transformação da matéria, através dos elementos de Aristóteles, alguns “rituais” para se lidar com os segredos da natureza, como também algumas técnicas e equipamentos, como a destilação, banho-maria, kerotasis (utilizado para sublimação (ALFONSO-GOLDFARB, 2001; MAAR, 2008).

Sendo assim, fazendo uma linha do tempo sobre a alquimia, a mesma teve sua origem no misticismo, sofrendo incorporações de culturas com as quais mantinha contato. A seguir é apresentada mais uma cultura que deixou contribuições para a alquimia: a Árabe.

5.1.1.1.4 Alquimia Islâmica/ Árabe

Após a morte de Maomé, os árabes iniciaram uma vasta conquista de novas terras, tendo contato com novos costumes. A alquimia islâmica se baseia e muito na alquimia alexandrina, mas também possui contribuições das alquimias chinesas e indianas. Da alquimia chinesa vem a ideia de um “elixir” que conferia longevidade, ou um “elixir” que unisse o ser humano e o universo. Esse elixir seria capaz então de transferir as qualidades de um corpo para outro. É da alquimia chinesa, influenciada pelo taoísmo, o dualismo Ying e Yan (o princípio masculino e o feminino). O sol e a lua também eram atribuídos a esse princípio. Os chineses consideravam a existência de cinco elementos, água, terra, fogo, madeira e metal, sendo que cada um desses elementos possuíam os princípios Yan e Ying em proporções diferentes. Cada parte do corpo do homem também estaria relacionado a um desses elementos (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

A transmutação de ouro na alquimia Chinesa tinha por objetivo alcançar a perfeição. O ouro artificial produzido possuía todas as qualidades do ouro natural e ainda era superior ao mesmo, uma vez que seria resultado do controle das forças da natureza e do tempo (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Segundo a tradição, o primeiro alquimista islâmico teria sido o príncipe Khalid Ibn Yazid, que teria nascido em Damasco, mas por não ter conseguido se tornar um califa, teria se mudado para Alexandria. Teria sido discípulo de Marianos, que por sua vez teria sido discípulo de Estéfano de Alexandria, estabelecendo assim uma conexão entre a alquimia islâmica e a alexandrina. (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Alguns nomes se destacam na alquimia islâmica, entre eles Jabir, Razes e Avicena.

Foi com os escritos atribuídos a Jabir ibn Hayyan que a alquimia ganhou terreno mais firme (LEICESTER, 1971). Sua origem e história são incertas, de maneira que alguns historiadores acreditam que ele não tenha existido, sendo um personagem, ou que tenha sido uma série de pensadores e alquimistas abrigados com esse nome (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Devido a essas incertezas, sua obra é conhecida como “corpus jabiriano”. Ele possui uma vasta coleção de obras sobre todas as fases da alquimia, astrologia, cosmologia, misticismo e tópicos relacionados. Suas primeiras obras são mais técnicas, as últimas mais especulativas e místicas (LEICESTER, 1971).

O conceito de matéria de Jabir baseia-se nos quatro princípios aristotélicos, mas na forma de qualidades: calor, frio, umidade, secura. Todos os metais consistem em uma combinação de dois destes, que dão ao metal suas propriedades. Essa teoria ficou conhecida como a teoria dos balanços. Estas são chamadas qualidades exteriores. Além disso, o metal contém inatamente as outras duas qualidades como qualidades interiores. O ouro, por

exemplo, tem as qualidades exteriores de calor e umidade, mas possui as qualidades interiores de frio e secura. Essas duas últimas qualidades são as exteriores da prata. Para converter prata em ouro, é necessário apenas destacar as qualidades interiores do ouro, através do uso de um elixir (LEICESTER, 1971).

A doutrina dos dois contrários, derivada de ambos os sistemas de alquimia, é encontrada em Jabir, em que para ele, todos os metais são formados a partir de enxofre e mercúrio. O enxofre é o princípio fixo, ativo, masculino, que representa as propriedades de combustão e corrosão dos metais. O mercúrio é o princípio volátil, passivo, feminino, inerte. Ambos, combinados, formam o que os alquimistas descrevem como o "coito do Rei e da Rainha" (LEICESTER, 1971), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Casamento do enxofre com o mercúrio no recipiente hermético. Manuscrito Egerton 845 do Museu Britânico.



Fonte: extraída de Burckhardt, 1976, p. 71)

Já Razes possui uma obra menos volumosa. Ele propôs uma sequência de processos para a transmutação de metais e pedras preciosas. Após essa sequência, se fosse bem sucedido, obter-se-ia o “elixir.” Em Razes encontra-se a origem da iatroquímica, tendo incentivado a busca dos alquimistas europeus pelo “elixir” da longa vida, o “remédio” que “cura” os metais e pode “curar” o homem (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Em Jabir percebe-se uma alquimia mais simbólica-mística, ao passo que para Razes, mais prática, experimental (MAAR, 2008).

Outro nome importante é Avicena, conhecido assim no Ocidente, mas cujo nome é Abu Ali Al-Husayn ibn Sina. Ele apresentou críticas contra a alquimia. Ele teria estudado e chegado a praticá-la, encontrando aspectos negativos referentes a ela. Entretanto, acreditava

na teoria das exalações de Aristóteles, bem como a ideia de que os metais são formados por “enxofre” e “mercúrio”. Os metais possuíam características parecidas, mas não idênticos às substâncias reais (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Avicena possui obras referentes à medicina, cuja importância é notória (Grant, 2002). No campo da Química, ele é lembrado pela importância dada ao experimento, pela sua descrença na transmutação e por ter sido o primeiro a “classificar” o mercúrio como um metal e não mais como “espírito” (MAAR, 2008).

Após a alquimia ter chegado aos árabes, e sendo fundida à mesma muito dessa cultura, a alquimia chega à Europa, onde mais uma vez sofre uma fusão com a nova cultura, como discutido a seguir.

5.1.1.1.5 Alquimia Europeia

Os conhecimentos alquímicos de outros povos foram adentrando à Europa. Anteriormente à alquimia, já se praticava algumas atividades relacionadas ao conhecimento químico, como a metalurgia, a tinturaria, a drogaria. Alguns manuscritos da época indicam a importância das práticas, já se falando da destilação do álcool, do salitre além de receitas para se obter ouro (MAAR, 2008).

Após o declínio do Império Romano no Ocidente, após o século V, a Europa entra na chamada Idade Média (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

O início da Idade Média foi marcada pelo desenvolvimento de uma nova cultura que fundia componentes celtas, eslavos, germânicos e romanos. O cristianismo emergia, levando a um esquecimento da arte, literatura, filosofia e ciência dos antigos (MAAR, 2008). A Igreja dominava a formação medieval, condenava a usura e lucro, contribuindo assim para a formação de um trabalho no campo apenas de subsistência.

A Europa passa por um período conhecido como Idade Média, passando por um período de decadência - alta Idade Média, mas com as cruzadas, já na baixa Idade Média o comércio europeu começa a prosperar (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). É no encruzo de caravanas com exército de cruzados que se dá origem a novas cidades, algumas delas permitindo trocas de mercadorias com os orientais (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

No século XII há um ressurgimento cultural e econômico, o qual seria o prelúdio do Renascimento. Teve seu ponto alto no século XIII, onde houve acontecimentos importantes

como o fortalecimento de cidades e o surgimento de universidades. Nesse período também surge o Humanismo, que foi o reconhecimento dos valores do homem, de forma que o homem era o maior dos valores (MAAR, 2008).

Através dos árabes chega à Europa muito do conhecimento do mundo antigo. Os textos originais gregos eram raros e difíceis de ser traduzidos por eles, mas chega até a Itália alguns textos traduzidos diretamente dos originais. A partir de então muitos dos textos alquímicos são traduzidos ficando de posse dos europeus (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Na Europa Cristã, não é de se surpreender que a alquimia também tenha sofrido influências dessa crença. Sendo assim, do ponto de vista cristão, a alquimia seria uma espécie de “espelho de verdades reveladas”, e a pedra filosofal, que converteria os metais comuns em ouro e prata, seria a representação do Cristo. Sua obtenção através do “fogo que não queima” do enxofre e da “água consistente” do mercúrio simboliza o nascimento de Jesus Cristo (BURCKHARDT, 1976).

Alguns autores se destacam nesse período. Alberto Magno foi o maior naturalista da idade média (MAAR, 2008). Em uma de suas obras, na qual descreve sobre a formação dos minerais na crosta terrestre, faz uma conexão entre as ideias de Aristóteles e Avicena. Para isso, faz a comparação da “umidade untosa e sutil” e da “terra sutil” do primeiro, com o “enxofre” e o “mercúrio”, respectivamente, citados por Avicena.

Mas é com Roger Bacon que a alquimia passa a ser considerada valorosa para ser estudada por um filósofo. Bacon começa a se interessar por conhecimentos práticos, como os apotecários, alquimistas, engenheiros e astrólogos. Teria estudado as obras de Pseudo-Aristoteles e Pseudo-Avicena. Acreditava que os metais são constituídos por enxofre e mercúrio, e que metais que não tiveram o “balanço” adequado deveriam ser tratados com um “remédio” para que se tornassem o metal perfeito: o ouro. Se dedica a uma “alquimia operativa”, evidenciando sua importância dada ao conhecimento prático. Em *Opus minus* descreve processos para a obtenção do elixir. Recorre não só à alquimia, mas também a astrologia na questão de saúde. Seus textos eram obscuros (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Outros alquimistas também merecem destaque. Arnaldo de Villanova descreve processos de obtenção de ácidos minerais, como a *aqua fortis* (ácido nítrico), que se acreditava ser um intermediário na obtenção do elixir, a partir de vitríolo e salitre. Ocupa-se também com o álcool. Atribui-se a ele a proeza de ter feito ouro para o papa Bonifácio VIII em Avignon. Raimundo Lúlio também teria transmutado ouro diante do rei Eduardo III, da Inglaterra, tendo no início mercúrio, chumbo e estanho (MAAR, 2008).

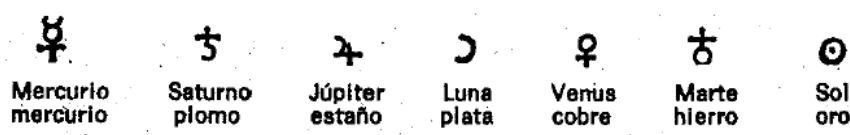
Vários outros alquimistas merecem considerações. Juntamente com esses alquimistas “verdadeiros”, começam a surgir charlatães, que utilizando de esperteza e falsificação, e escrevem processos infalíveis para a obtenção do ouro. Dessa forma, a alquimia vai perdendo o seu respeito e vai declinando (MAAR, 2008).

Geber é outro alquimista que se destacou nesse período, conhecido como Pseudo-Jabir, é autor de textos importantes na alquimia. É adepto a teoria “enxofre-mercúrio” e acredita na “cura” de metais através do elixir. Afirma ter encontrado um “elixir universal”. Foi bastante importante para a Alquimia. Descreve processos de purificação (MAAR, 2008).

Esses alquimistas acreditavam que os astros podiam interferir na transmutação, de forma que muitos metais eram atribuídos aos planetas. Também processos alquímicos eram atribuídos aos signos do zodíaco: calcinação/áries, congelamento/touro, fixação/gêmeos, solução/câncer, digestão/leão, destilação/virgem, sublimação/libra, separação/escorpião, ceração/sagitário, fermentação/capricórnio, multiplicação/aquário, projeção/peixes (MAAR, 2008).

Os símbolos que os astrólogos atuais utilizam para os planetas é o mesmo que os alquimistas utilizavam para os metais que eram identificados com esses planetas (Figura 2). Posteriormente, esses metais foram associados com os sete dias da semana (MAAR, 2008).

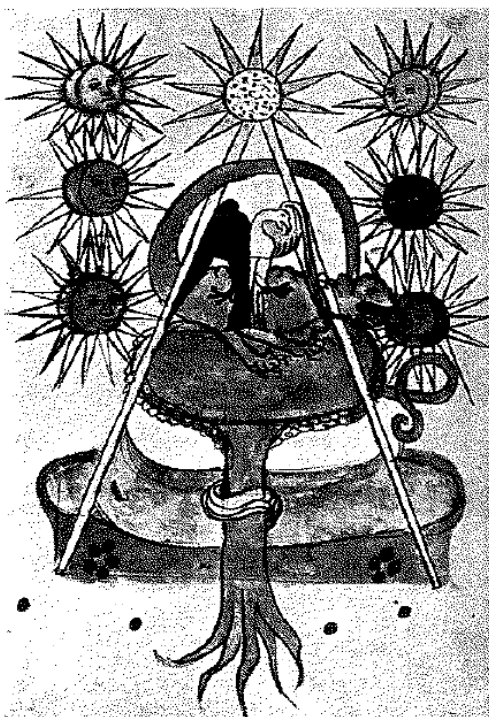
Figura 2 - Símbolos atribuídos aos metais e aos planetas respectivos



Fonte: extraída de Burckhardt, 1976, p. 35

Os textos dessa época possuíam linguagem hermética, ou seja, eram bastante figurados, carregados de simbolismo, apresentando aspectos mágicos, simbólicos, religiosos e místicos (MAAR, 2008). Na imagem abaixo podemos observar mais um exemplo dessa linguagem. Nela, observa-se o dragão do caos que repousa sobre a árvore da matéria-prima psíquica, a qual afunda suas raízes no reino da matéria-prima cósmica terrena. Os sete sóis correspondem aos sete metais, aos sete planetas e às sete fases do trabalho alquímico. Do Sol que vemos no centro do desenho, dois raios se alongam, representando a força masculina e a força feminina. De certo modo, o dragão representa a forma inicial do mercúrio e a águia, sua forma definitiva (BURCKHARDT, 1976).

Figura 3 - Representação simbólica da Obra Alquímica



Fonte: extraída de Burckhardt, 1976, p. 61

Na seção seguinte, quando será tratado sobre as Doze Chaves de Basílio Valentim, será possível observar mais dessa linguagem hermética.

5.1.1.1.1 *A Grande Obra: as doze chaves de Basílio Valentim*

É figura lendária, que talvez nunca tenha existido, o nome de Basílio Valentim, também conhecido como o Rei Valoroso, um monge beneditino que teria nascido em 1394. As Doze Chaves de Basílio Valentim apresentam imagens que representam os processos para a obtenção da Pedra Filosofal, contidos na “Grande Obra” (Greenberg, 2009).

Apresentamos abaixo as Doze Chaves, bem como algumas de suas interpretações feitas por Read apud Greemberg (2009).

Na Figura 4, se pode observar a Primeira (à esquerda) e a Segunda Chave (à direita). A primeira chave representa o processo de *amalgamação*, a “união” da mulher (mercúrio) ao homem (enxofre) (STOLTZENBERT, 1624). É retratado também um lobo, que representa o antimônio. O lobo está próximo a Saturno. O ouro impuro deveria ser aquecido no fogo por

três vezes (a rainha está segurando três flores), e assim o rei surgiria (o rei seria o ouro). A rainha representa a prata purificada, a partir da qual é obtido o Mercúrio Sófico.

A Segunda chave corresponde à *separação*. A matéria seria o azougue volátil que passou por uma transformação sob influencia do Sol (o Enxofre Sófico) e da Lua (Mercúrio Sófico) para tornar-se o Sal Sófico.

Figura 4 - Primeira e Segunda Chave de Basílio Valentim



Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 30

A terceira chave representada à esquerda na Figura5 refere-se à purificação do ouro, tornando - o enxofre Sófico. O dragão alado que pode ser observado na imagem, muitas vezes representavam o Mercúrio Sófico, ou o material imediato. Na direita à imagem 5, observa-se a Quarta chave, que diz respeito à putrefação. Era necessário “matar” a matéria, o que era observado através do enegrecimento. Essa seria a primeira etapa para a transmutação em ouro. Esse processo era carregado de simbolismo religioso: é preciso haver total degradação antes que a salvação comece.

Figura 5 - Terceira e Quarta Chave de Basílio Valentim



Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 30

A Quinta chave de Basílio Valentim (Figura 6) diz respeito à operação de *solução*.

Figura 6 - Quinta Chave de Basílio Valentin



Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 34

Sexta chave: a *conjunção*. Apresentada na Figura 7, pelo casamento do rei com a rainha, a conjunção do Sol e da Lua, o homem de duas cabeças, a chuva, a condensação e a fertilidade (STOLTZENBERT, 1624).

Figura 7 - Sexta Chave de Basílio Valentim



Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 34

A Sétima Chave (Figura 8) contém os quatro elementos terrestres, os céus e os três princípios paracelcistas. O duplo círculo representa a interação entre as esferas celeste e terrestre. O tronco sobre a esfera seria o Ovo filosofal, uma espécie de placenta no qual os materiais imediatos estão unidos.

Figura 8 - Sétima Chave de Basílio Valentim



Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 34

A Oitava CHAVE representa o processo de *fermentação* (Figura 9).

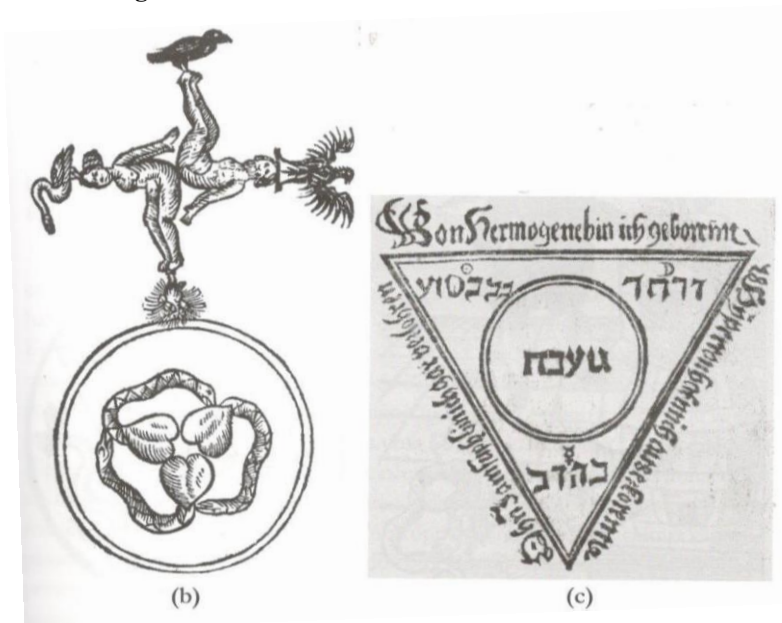
Figura 9 - Oitava Chave de Basílio Valentim

Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 35

Na Nona chave (à esquerda na Figura 10), a figura que cai é Saturno (que representa metais comuns, como o chumbo). É provável que a figura que sobe é a Lua (Mercúrio Sófico). A figura exterior representa os quatro elementos, e as três serpentes seriam a triapríma (enxofre, mercúrio e sal). É possível observar ainda quatro pássaros, representando as mudanças de cor. O corvo representa o negro, o cisne representa o branco, o pavão é multicolorido, e a fênix representa a Tintura vermelha (a Pedra).

A Décima Chave representa os triapríma. Os símbolos próximos aos vértices do triângulo representam, no sentido horário, a partir do alto à esquerda, ouro, prata e mercúrio. Esses elementos purificados são os que dão origem ao Enxofre Sófico, Mercúrio Sófico e Sal sófico. As bordas duplas do círculo e o triângulo representam a dualidade das esferas terrestre e celeste. Aparece ainda frases em Alemão, que traduzidas dizem o seguinte: “De Hermógenes nasci” (no alto); “Hipérion me escolheu” (à direita); “Sem Jamsuph estou condenado a perecer” (à esquerda). Essas frases são justificadas da seguinte forma: na mitologia gnóstica, Hermógenes teria desenvolvido a doutrina da eternidade da matéria; na grega Hipérion foi um Titã que seria o pai do Sol e da Lua, Jansuph se refere ao Mar vermelho, segundo os cabalistas.

Figura 10 - Nona e Décima Chave de Basílio Valentim



Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 35

Na Décima primeira chave (Figura 11), observa-se filhotes de leão, os quais representam a *multiplicação* que pode ser alcançada com a Pedra. O ovo Filosofal (Vaso de Hermes) representado pelos dois recipientes seria onde ocorre a *conjunção*. O pelicano duplo representa a troca prolongada de fluidos quentes.

Figura 11 - Décima primeira Chave de Basílio Valentim

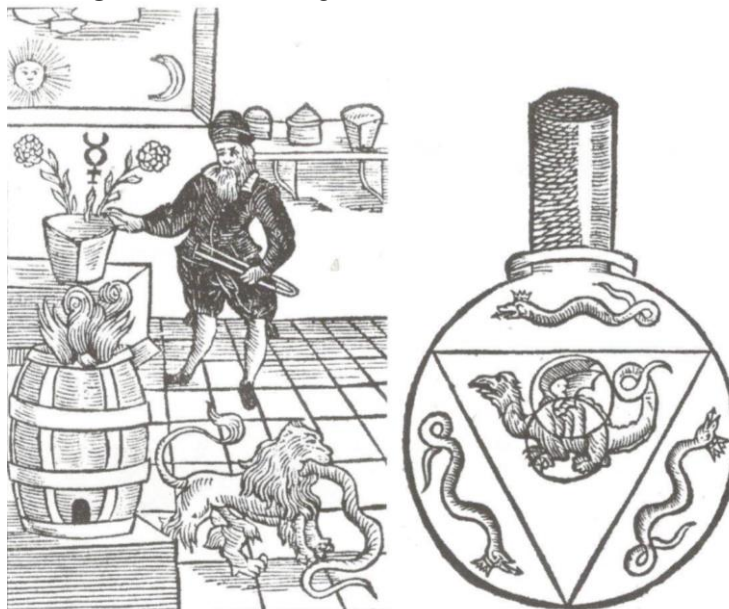


Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 36

A Décima Segunda Chave representa a calcinação (branqueamento secagem) (Figura 12, à esquerda). O leão devora a serpente (representada pelo mercúrio) e oferece flores (representada pelo enxofre) (STOLTZENBERT, 1624). O leão e a serpente seriam os princípios fixo e volátil, as flores os metais nobres purificados. O dragão estaria representando

o Material imediato da Pedra. Os círculos em torno de suas asas e patas são os princípios volátil e fixo. Ainda na Figura 12, à direita, está representada a síntese desses processos.

Figura 12 - Décima Segunda Chave de Basílio Valentim e Síntese



Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 36

Apesar de os escritos alquimistas terem começado a desaparecer, quando os alquimistas começam a ser chamados de charlatães, no século XV em diante, a alquimia ainda continua tendo muita influência. Nesse sentido, muitos dos cientistas considerados mecanicistas eram adeptos da alquimia, em alguns casos de forma disfarçada, não havendo assim, uma brusca ruptura como parece. Sendo assim, apresenta-se a seguir algumas características desse período de transição e uma breve discussão dessa outra forma de interpretação de mundo: o Mecanicismo.

5.1.2 Rumo ao Mecanicismo

Dois temas principais prevaleceram na revolução científica ocorrida no século XVII. Um deles foi a que a natureza era explicada em termos geométricos (tradição platônico-pitagórica), e outro em que a natureza seria uma máquina gigantesca cujo objetivo era explicar os mecanismos por trás dos fenômenos (filosofia mecanicista) (WESTFALL, 2001). Atêm-se aqui à filosofia mecanicista.

5.1.2.1 O Renascimento: O Naturalismo Renascentista

O renascimento foi uma espécie de “renascer” do conhecimento, que teria acontecido entre os séculos XIV e XVI. É o período em que também nasce uma nova ciência. Quanto à educação nesse período, foi conservadora. Aumentava o número de estudiosos em medicina e em ciências, que reagiam a esse conservadorismo (DEBUS, 2002).

Os humanistas do renascimento se dedicavam a procurar novos textos clássicos, e tinham por objetivo o aperfeiçoamento moral do homem. Essa busca fez com que houvesse o recordar de textos neoplatônicos, cabalísticos e herméticos da Antiguidade Tardia. Essas obras místicas e religiosas pareciam fundamentar o uso da prática natural (DEBUS, 2002).

Outra característica desse período foi a credibilidade dada à observação, e à experimentação. É desse período a criação de instrumentos importantes, como o telescópio, microscópio e o termômetro (DEBUS, 2002).

Para a nova ciência, outro fator importante foi o interesse renascentista em uma aproximação mística à natureza. Houve também grande interesse na matemática, o que de um lado teria dado origem à geometria e à álgebra, mas por outro, aos estudos místicos com os números. A magia estava intimamente relacionada com a religião (DEBUS, 2002).

Vitalismo e naturalismo são inseparáveis. Platão, Aristóteles, Galileu e muitos outros nomes da Idade Média eram vitalistas, pois concebiam o universo como um organismo, considerando também a si próprios como parte desse universo (GANGUILHEM, 2012). Tradições neoplatônicas e cristãs influenciaram na relação macrocosmo-microcosmo – já que Deus havia criado o homem à imagem do Universo, havia sim uma correspondência entre homem e macrocosmo (DEBUS, 2002), semelhante ao que acreditava-se na alquimia.

Sendo assim, o Naturalismo Renascentista foi um movimento no qual as forças ocultas da natureza eram concebidas em termos psíquicos, ou seja, havia uma projeção da psique humana na natureza, tendo seu ápice no século XVI (WESTFALL, 2001).

Um dos cientistas participantes dessa filosofia é William Gilbert, o qual é conhecido como o fundador da ciência do magnetismo. Em seu livro *De Magnete* traz fatos a respeito do magnetismo. Ele não foi o primeiro a estudar tal fenômeno, mas é com ele esse assunto começa a se tornar mais concreto. Gilbert comparava o magnetismo com a alma da Terra (WESTFALL, 2001).

Nessa época, tinha-se admiração especial para com o magnete. Acreditava-se que eles protegiam contra bruxas e poderiam até curar doenças. Gilbert procurou estudar essas histórias e separar as lendas das verdades, através de investigação experimental (WESTFALL, 2001).

Para Gilbert, o movimento magnético seria algo voluntário, de forma que os pólos sugeriram os dois sexos. A direção, variação e inclinação em que aconteceria o magnetismo seria resultado da inteligência que organiza o Cosmos. Gilbert fala que o magnetismo acontece quando da pedra-imã abraçar o ferro. Suas ideias teriam moldado as ideias dos químicos paracelcianos do início do século XVII (WESTFALL, 2001). Essas ideias paracelcistas serão discutidas adiante.

5.1.2.1.1 A Iatroquímica

No século XVII, acreditava-se que os corpos (ou materiais) que os químicos trabalhavam eram corpos mistos, ou seja, que os materiais seriam formados a partir de proporções diferentes de elementos ou princípios. Dessa forma, era função do químico separar esses corpos mistos, muitas vezes através do fogo (WESTFALL, 2001).

Outra característica da química desse período é que ela não era aceita como uma ciência independente, mas servia à medicina. Essa teoria médica teve influência dos ensinamentos de Paracelso, sendo conhecida como “iatroquímica”, uma “arte de fazer remédios” (WESTFALL, 2001).

Filipe Aurelio Teofrasto Bombasto von Hohenheim, mais tarde conhecido como Paracelso, teve em sua infância contato com o pensamento renascentista. Seu pai era médico e interessado por alquimia. Em seus trabalhos questionou os ensinamentos de Celso, Galeno e Avicena, esses foram personalidades que contribuíram para a medicina (DEBUS, 2002).

Paracelso dizia que havia três princípios que formavam todos os corpos: sal, enxofre e mercúrio, conhecidos como a triapríma de Paracelso, e representavam respectivamente o corpo, a alma e o espírito. Percebe-se aqui semelhanças com a tria enxofre-mercúrio de Jabir, ou seja, é possível reconhecer uma perspectiva alquímica sobre suas ideias. Esses três princípios assemelhavam-se aos elementos de Aristóteles: sal – terra, enxofre – fogo e mercúrio – água (DEBUS, 2002).

Os paracelsistas dedicavam-se a uma nova filosofia baseada na experimentação e observação, conforme difundido no Renascimento. Para eles, a filosofia de Aristóteles não era válida, já que divergia da Cristandade. A matemática seria uma magia natural, mas o método lógico, geométrico de raciocínio dos aristotélicos e galenistas lhe desagradam. A filosofia química era baseada na observação e na religião. Deus havia criado todas as coisas em número, peso e medida. O próprio Genesis fora explicado com base na alquimia. Dessa forma, o verdadeiro filósofo químico aprende com a revelação divina e com os estudos químicos. Considerava ainda que a terra seria um verdadeiro laboratório químico, da forma que com isso se podia explicar os vulcões e o crescimento dos metais, por exemplo (DEBUS, 2002).

Paracelso e seus seguidores acreditavam na analogia do macrocosmo – microcosmo. O homem seria uma pequena replica do mundo ao seu redor (DEBUS, 2002).

Os paracelsistas negavam a tradição galênica dos quatro humores, rejeitando assim a ideia de que a doença seria um desequilíbrio interno dos humores. A causa de uma doença seria na verdade uma “semente” de doença que entrava no interior do corpo através do ar, da bebida ou da comida, e que combatia a força vital de um órgão específico. Ao contrário de Galeno, que dizia que “os contrários curam”, para ele, “semelhante cura semelhante” (DEBUS, 2002).

Assim sendo, a iatroquímica foi baseada nos três princípios paracelcianos: mercúrio, enxofre e sal (WESTFALL, 2001). Cada um desses princípios foram definidos por Jean Beguin, um importante iatroquímico: o mercúrio seria um líquido ácido, permeável, penetrante e etéreo, responsável pelo sentido, movimento, força e cores dos corpos; o enxofre seria um balsamo suave, oleoso e viscoso, responsável pela inflamabilidade; por ultimo, o sal, seria seco e salgado, responsável pela solidez dos corpos (WESTFALL, 2001).

Assim sendo, grande parte dos iatroquímicos aceitavam esses princípios como ativos, tendo mais dois sendo passivos: a água e a terra (WESTFALL, 2001).

Van Helmont é o ultimo dos paracelcistas, acreditava que a água seria a matéria da qual todas as coisas seriam feitas, e para provar isso, fez a seguinte experiência: plantou uma árvore numa quantidade de terra previamente pesada, e no decorrer dos dias regava com regularidade. Após a árvore ter crescido, pesou novamente e após ter verificado que a quantidade de terra era praticamente a mesma, concluiu que o peso que a árvore ganhara era devido à água (WESTFALL, 2001).

Segundo van Helmont, para curar uma certa ferida, deveria ser aplicados unguentos não na ferida, mas na arma que a teria produzido. Princípio semelhante explicava porque o

sangue do assassinado corria em direção ao assassino: o espírito do sangue, ao perceber a proximidade do inimigo, ferve de raiva e o sangue corre (WESTFALL, 2001). Percebe-se ainda uma crença ainda muito arraigada ao vitalismo.

Todos esses conceitos difundidos até então, dificultam a ascensão da nova filosofia – Filosofia Mecanicista - que se opunha fortemente ao naturalismo renascentista influente (DEBUS, 2002).

5.1.2.1.2 Uma Química Mecanicista

A filosofia mecanicista concebia o mundo como uma grande máquina, alheia aos seres pensantes, movida apenas por necessidade física. Acredita-se que ela tenha surgido espontaneamente como uma reação ao naturalismo renascentista. (WESTFALL, 2001).

Descartes foi quem mais contribuiu para o mecanicismo. Ele reagiu ao naturalismo renascentista que estava em ascensão, argumentando que a natureza não possuía mistérios impenetráveis, de forma que ela poderia ser entendida através da razão. Foi sobre esse pilar que surgiu a filosofia mecanicista (WESTFALL, 2001).

Para Descartes, os corpos seriam formados por partículas de matéria em movimento, sendo que Deus era a origem do movimento. Ele teria as criado no início e as colocado em movimento, e uma vez que a matéria estava em movimento, assim continuaria até que algo exterior interferisse provocando uma mudança. Para Descartes, não havia vácuo, ou seja tudo era preenchido por matéria. (WESTFALL, 2001).

Os fenômenos celestes eram explicados através da Teoria dos vórtices. Os planetas tenderiam a se afastar do centro, mas a uma dada distância, sofreria pressão de outro vórtice. A luz era explicada como uma consequência desses vórtices (WESTFALL, 2001).

O magnetismo, antes considerado por Gilbert, também foi explicado com base na ideia dos vórtices. Para Descartes, o vórtice, ao girar produzia partículas em formas de parafuso que se encaixavam nos poros do ferro (WESTFALL, 2001).

Sendo assim, Descartes não se dedicava a descobrir novos fenômenos, mas sim em explicar os já conhecidos (WESTFALL, 2001).

Outro nome importante para o mecanicismo foi Pierre Gassendi, que trouxe também contribuições para o atomismo. Para ele, havia unidades básicas indivisíveis, ao contrário do que acreditava Descartes. Suas ideias também divergiam quanto à continuidade da matéria:

Gassendi acreditava que havia espaços vazios entre a matéria, ao contrário do que acreditava Descartes. Apesar desses conflitos, concordavam na questão de os fenômenos serem produzidos por partículas de matéria em movimento (WESTFALL, 2001).

Robert Boyle foi quem deu o nome de “filosofia mecanicista” a essa nova forma de interpretar o mundo. De certa forma, uniu as contribuições de Descartes com as de Gassendi (WESTFALL, 2001).

Fazendo uma breve linha do tempo, foi com Newton que ela se torna sofisticada, o qual teve contato com o escritos de importantes nomes, como Descartes, Gassendi e Boyle (WESTFALL, 2001).

Apesar dos cientistas citados até aqui serem mecanicistas, vários deles se relacionavam com a alquimia. A química de Boyle, por exemplo possuía vestígios da tradição paracelciana. Ele acreditava que os metais cresciam no interior da terra, produzidos pelos “princípios seminais”, termo utilizado por van Helmont. Ele também teria se interessado por alquimia, e estudava formas de transmutar o ouro, trocando receitas secretas com John Locke e Isaac Newton. Boyle teria se frustrado com a própria teoria mecanicista. Ainda assim, a mesma lhe conferiu certa credibilidade e respeito, o que de certa forma o encorajou a continuar seu trabalho com a alquimia (WESTFALL, 2001).

Newton também era interessado por alquimia o que não é difícil de se perceber analisando sua ideia de ação à distância, e que por ter sido influenciado pelos escritos de Boyle, provavelmente foi influenciado também por seus estudos alquímicos (WESTFALL, 2001; MAAR, 2011; DEBUS, 2002).

A concepção mecanicista, por natureza, sugeria a mutabilidade das substâncias: todos os corpos são formados a partir de uma mesma matéria, se distinguindo apenas pela forma e movimento das partículas (WESTFALL, 2001).

Sendo assim, uma cosmovisão não é única por si só, mas sofre influências de outras.

5.2 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE PROPOSTA

Essa seção traz a descrição da atividade realizada com os alunos e alguns dados levantados durante a ocorrência da mesma, como observações dos estudantes e respostas aos questionamentos feitos.

A atividade em si estava baseada na leitura e interpretação de um texto alquímico, e posteriormente na execução de um experimento que deveria ser interpretado também em linguagem alquímica.

Essas atividades foram divididas em duas aulas. Na primeira aula, iniciou-se com algumas perguntas: “O que é uma cosmovisão?” “Pode uma cosmovisão guiar as interpretações dos fenômenos naturais?” “O homem sempre pensou de forma científica?” “O que é uma forma científica de se pensar o mundo?”. Em sequência foi realizada a leitura e discussão de um texto e imagem com linguagem alquímica, apresentados a seguir, sendo essa a etapa da problematização, seguindo a metodologia da Sequência de Ensino por Investigação.

“Se você desejar trabalhar com nossos corpos, tome um ávido lobo cinzento que, submisso ao belicoso Marte em razão de seu nome, também é filho do velho Saturno, por sua raça de nascimento, e que é encontrado em todas as montanhas e vales do mundo, assaltado por uma fome atroz: lance-lhe o corpo do Rei, para que com ele faça seu pasto e, quando o tiver devorado, faça uma grande fogueira e lance o lobo para que seja inteiramente consumido: então o rei será novamente libertado; e quando tiver reiterado isso três vezes, o Leão terá vencido o Lobo, e nele você não encontrará mais nada a ser consumido, dessa maneira, no início de nossa obra nosso corpo está adequadamente preparado.

Figura 13 - ALCHEMY ALLEGORY, 1617. 'O lobo cinza devora o rei, após o que é queimado na pira, consumindo o lobo e restaurando o rei à vida.' Desenho alegórico da purificação alquímica do ouro. Xilogravura dos Atalanta Fugiens por Michael Maier, 1617."



Fonte: extraída de Granger Academy¹

E saiba que essa é a única via correta e legítima para purgação de nossos corpos, pois o Leão se purifica a si mesmo com o sangue do lobo, e a tintura do Leão se regozija prodigiosamente com a tintura desse sangue, estando claro que o sangue de ambos se uniu mutuamente em virtude de certa afinidade de vizinhança; e, quando o Leão está enfim satisfeito, seu espírito tornou-se mais forte do que era antes, e seus olhos emitem um brilho vivo, comparável ao do Sol, e sua essência interior, que se tornou mais forte do que era antes, e seus olhos emitem um brilho vivo, comparável ao do Sol, e sua essência interior, que se tornou muito vigorosa e preciosa, é de grande utilidade para todas as coisas procuradas”.

Texto extraído de Bonardel, 2012, p. 448

Conforme apresentado na seção 5.1, a qual contém o texto historiográfico a respeito da alquimia, a mesma estava intimamente ligada ao vitalismo, onde as observações realizadas eram interpretadas a partir de animismos, sendo comum o uso de termos como morte, germinação, gestação, coito, florescimento e putrefação. Atribuía-se o nome de astros conhecidos à época aos metais, assim com o também eram atribuídos personagens. O Rei ao

¹ Esta imagem está disponível para download imediato por usuários registrados do Granger Academic. Você não pode copiar, publicar ou usar esta imagem a não ser para uso educacional não comercial. Para qualquer outra finalidade, você deve licenciar esta imagem da Granger. Disponível em: < <https://www.grangeracademic.com/> >.

qual o texto faz menção, se refere ao ouro, o Lobo se refere ao antimônio. Sendo assim, o texto utilizado possui uma linguagem simbólica, semelhante ao que era utilizado na alquimia.

Após a leitura desse texto, fez-se novas perguntas aos participantes: “Você conseguiu compreender o texto?” “A que ele se refere?” “Qual a relação entre ele e a imagem?”

Na segunda aula, deu-se início a segunda etapa da SEI, que consiste na sistematização do conhecimento. Inicialmente, os alunos foram divididos em pequenos grupos. Fez-se a leitura e discussão de um novo texto, o qual descrevia aspectos importantes a respeito da alquimia, como suas origens, influências e crenças, que foi construído com base no texto historiográfico apresentado na seção 5.1. Esse texto se encontra no apêndice B. Após a leitura e discussão desse texto, passou-se para o experimento.

Antes de dar início ao experimento, os alunos foram orientados a pensar como “alquimistas”, sendo então guiados pelo *vitalismo*. Sendo assim, as interpretações feitas a partir de então deveriam se basear apenas no que estivessem visualizando, tentando deixar de lado os conhecimentos da química moderna que poderiam influenciar na interpretação do experimento

Para o início da atividade experimental, os alunos receberam um roteiro genérico contendo os passos que deveriam realizar, utilizando linguagem da química atual, apresentado a seguir. Esse roteiro possuía também alguns termos utilizados à época, assim como também relações que acreditavam ter entre certos processos e elementos. O roteiro da atividade completa se encontra no Apêndice C. Os passos a serem seguidos eram os seguintes:

“Você tem um pedaço de cobre metálico. Em um cadinho você o aquece com enxofre em pó. Você usa ácido nítrico para limpar a amostra, certificando-se que ela está totalmente “limpa”. Você então prepara uma solução contendo hidróxido de sódio. Coloca o metal na solução, adiciona um pouco de zinco e então aquece deixando isso aquecido por longo tempo. Você então retira o metal, joga-o em água, em seguida coloca-o direto ao fogo”.

Os alunos receberam também um quadro, apresentado abaixo, em que deveriam anotar suas observações a cada passo realizado, para após todos serem realizados por completo, escreverem uma “receita alquímica” a partir dos passos realizados, fazendo assim, uma “tradução” para a linguagem alquímica.

Quadro 2 – Quadro fornecido aos alunos para anotarem suas observações

Passos	O que você observou?	Interpretação alquímica
Pedaço de cobre metálico “inicial”		
Aqueça-o com enxofre em pó		
Limpe com ácido nítrico		
Adicionar o metal “limpo” a uma solução de hidróxido de sódio, juntamente com zinco. Após certo tempo, retire-o da solução.		
Colocar o material metálico no fogo. Retire.		

Fonte: autora

Após a prática ser realizada, os alunos receberam a seguinte orientação: “Muito bem! Você acaba de realizar a transmutação do cobre em ouro! Bom, pelo menos é o que parece. Pense que você é um alquimista, e sendo vitalista, acredita em uma força vital que coordena o cosmo. Se você obtivesse esse “metal dourado” em seu laboratório alquímico, você

acreditaria que realmente teria transmutado o cobre em ouro? Explique como isso não é difícil de ser aceito”.

Em sequência foi explicado aos alunos o que havia acontecido na prática, em que na verdade se havia obtido uma liga denominada latão, que possuía a característica de não se oxidar facilmente.

Como atividade final e avaliação, os alunos então fizeram um texto utilizando linguagem simbólica, no qual descreviam os passos necessários para a obtenção do ouro, conforme haviam observado na prática experimental. Adiante será apresentado dois desses textos elaborados pelos alunos.

Diante da descrição da atividade desenvolvida com os alunos, inicia-se aqui a descrição de alguns dados levantados durante a execução da mesma. Ao responderem às perguntas na primeira aula sobre a cosmovisão, em um primeiro momento, os alunos não souberam argumentar a respeito do que seria uma cosmovisão, necessitando que houvesse explicação por parte dos pesquisadores. Após essa explicação, muitas das respostas foram levadas para o lado religioso, em que os alunos citaram que a religião seria uma forma de “cosmovisão”, influenciando as ações dos indivíduos. Quanto à “maneira científica de se pensar o mundo”, eles disseram que seria uma visão mais racional, sem ligações com o censo comum.

A grande maioria dos alunos descreveram ter tido dificuldades para entender ao que estava relacionado no texto e na figura, mesmo eles sabendo anteriormente que as atividades a serem realizadas estavam relacionadas com a alquimia. Os alunos conseguiram identificar relação entre o texto e a imagem, identificando personagens em comum, como o Rei, o Lobo, o fogo e o Rei ressurgindo.

Quanto à atividade experimental, chama-se atenção primeiramente para o roteiro. Apesar da prática possuir um roteiro, o qual é criticado em atividades investigativas, acredita-se que sem esse roteiro dificilmente os alunos conseguiriam realizar a prática, sendo que o mesmo serviu como uma “receita” para se obter o ouro, assim como os alquimistas possuíam os doze passos (as doze Chaves). A palavra receita aqui não está relacionada com a ideia de roteiros a serem seguidos fielmente a fim de alcançar um objetivo já esperado. Sendo assim cada passo do experimento estava relacionado com passos conhecidos pelos alquimistas contidos na Grande Obra.

O aquecimento do cobre com o enxofre se referia ao processo de “morte” da matéria. Quando se “limpava” a amostra com ácido nítrico (*aqua fortis*), observava-se que a solução ficava verde, como se estivesse sendo *devorado* pelo *Leão Verde*, a fim de ser *purificado*.

Quando se colocava a amostra em solução de *álcali fixo* (hidróxido de sódio) juntamente com zinco, observa-se que a mesma apresenta coloração prateada, como a *Lua*. Em um processo de inverter as qualidades interiores, com a ajuda do fogo, se conseguia um metal dourado, como o *Sol*, ou como a coroa do *Rei*.

Por toda a atividade, os professores (pesquisadora e orientador) questionavam os alunos, estimulando-os e desafiando-os a pensarem de uma maneira diferente do que estavam acostumados. Por vários momentos os mesmos faziam apontamentos utilizando explicações da Química atual para as observações, necessitando, assim que fossem orientados a pensar não utilizando essas informações.

Na segunda turma a qual a prática foi desenvolvida, aconteceu algo diferente: não se conseguiu o metal dourado ao fim das etapas, possivelmente por algum erro procedimental, ou com os reagentes. Aproveitou-se esse erro para contextualizá-los um pouco mais com a perspectiva vitalista. Como os alquimistas acreditavam que os processos estavam relacionados com os astros, justificou-se então que possivelmente os mesmos não estavam nas posições corretas, ou aproveitando a relação microcosmo/macrocósmo, algum dentre as pessoas que estavam no interior da “oficina alquímica” (o laboratório) não estavam puros o suficiente para alcançar tal objetivo.

Como já dito anteriormente, os alunos foram indagados com a seguinte questão: “Se você obtivesse esse “metal dourado” em seu laboratório alquímico, você acreditaria que realmente teria transmutado o cobre em ouro? Explique como isso não é difícil de ser aceito”. As respostas à essas perguntas se encaminharam para a ideia principal de que como à época tudo era interpretado com base no que era visualizado, quando se obtinha algo com as mesmas características do ouro, nesse caso mesma cor e não se oxidar facilmente, seria fácil de se acreditar que se teria alcançado a transmutação do cobre em ouro. Sendo assim, avalia-se que a atividade forneceu meios para que os alunos entendessem a importância de conhecer o contexto por trás das teorias.

A seguir é apresentado dois textos elaborados pelos alunos na etapa da avaliação.

Texto 1:

“O corpo de Vênus está impuro, por sua raça de nascimento, é encontrado em todas as montanhas e vales do mundo.

Vênus foi lançado ao dragão, sendo devorado pelas chamas, sendo inteiramente consumido até a morte.

Então, entre uma batalha entre o dragão e o leão verde, Vênus foi libertado com mais renovação.

Após o processo de purgação, que é a única via legítima de purificação, Vênus se une com o Leão vermelho em virtude de certa afinidade de vizinhança.

O espírito de Vênus tornou-se mais forte do que era antes, e seus olhos emitem um brilho vivo, comparável ao do Sol, e sua essência interior, que se torna muito vigorosa e preciosa é de grande utilidade para todas as coisas procuradas”.

Texto 2:

“Com a chegada do dragão, teve uma luta terrível com Vênus, levando à morte de Vênus, sobrando somente o sangue do dragão.

Após Vênus morrer, ele é levado para ser purificado nas águas fortis, ao ser banhado, tendo seu espírito ficando cada vez mais forte e voltando à vida, se purificando junto ao sangue do dragão.

Colocando Vênus purificado em álcali fixo, deixando seu espírito cada vez mais forte.

Na terceira vez, Vênus se purifica novamente com o restante do sangue do dragão, estando finalmente satisfeito, seu espírito tornou-se mais forte, tendo brilho comparado como o Sol.”

Fazendo uma avaliação dos textos, considera-se que alcançou o objetivo pretendido. Ainda que algumas das informações apresentadas no texto são semelhantes ao texto apresentado na problematização, destaca-se que conseguiram relacionar personagens aos reagentes utilizados, assim como também termos vitalistas, como espírito, morte, devorado, purificação e vida.

Na semana seguinte ao término da atividade prática, iniciou-se a entrevista com os alunos participantes. Abaixo apresenta-se a discussão das contribuições da atividade, segundo relatado pelos próprios participantes, através da análise fenomenológica das mesmas.

5.3 A VIVÊNCIA DO EXPERIMENTO HISTÓRICO

Conforme tratado na seção metodológica, após serem feitas as entrevistas, as mesmas foram transcritas, e com base na abordagem fenomenológica de pesquisa qualitativa escolhida, inicialmente identificou-se as unidades de significado dentro das descrições, tendo

como princípio norteador o problema de pesquisa colocado. Em seguida, excertos das entrevistas foram tomados subdividindo-as em temáticas agrupadas em função das descrições dadas. Destes foram extraídas as unidades de significado, constituindo um total de 74, que se encontram no apêndice E, identificadas pela inicial A de aluno seguido de um numeral ordinal correspondente à ordem de entrevista, unidos à inicial U de unidades e outro numeral ordinal representando a ordem de sua localização no texto integral da entrevista.

De posse das unidades de significado devidamente identificadas, procedeu-se a análise nomotética, cujo objetivo é a organização das unidades em categorias abertas através de movimentos de redução. Foram executados três movimentos de redução, que finalizados, resultaram na constituição de três categorias abertas “Vivências anteriores”, “Estrutura da atividade” e “HFC”, que continham em seu interior respectivamente o invariante “Experiências anteriores” para a primeira categoria aberta, “Contribuições da atividade” e “Formato da atividade” para a segunda, e “Importância da HFC” para a terceira categoria.

Os invariantes da segunda redução foram obtidos a partir de uma primeira redução feita a partir das 74 unidades de significado. O Quadro nº 3, a seguir, apresenta o resultado da análise nomotética demonstrando os movimentos executados e as unidades de significado atreladas a cada um dos invariantes constituídos.

Quadro 3 - Análise Nomotética – categorias abertas, invariantes e unidades de significados para os dados advindos das descrições.

Nº	Invariante da terceira redução	Nº	Invariante da segunda redução	Nº	Invariante da primeira redução	Unidades de Significado
3R.1	Vivências anteriores	2R.1	Experiências anteriores	1R.1	Experiências anteriores	A8U6
3R.2	Estrutura da atividade	2R.2	Contribuições da atividade	1R.2	Desperta interesse e motivação	A1U1, A1U2, A1U5, A2U1, A2U2, A2U3, A2U7, A3U2, A5U1, A5U2, A6U1, A7U1, A8U5, A9U1, A9U2, A9U3, A10U1, A11U2, A12U3, A12U4, A13U1, A15U3, A17U1.
				1R.3	Formação	A2U5, A11U5, A12U1, A14U3, A15U7
				1R.4	Inovação	A1U4, A6U3, A10U2, A11U6, A11U7, A15U2, A15U6
		2R.3	Formato da atividade	1R.5	Necessidade de mais aulas nesse formato	A1U8, A15U5, A12U2, A14U2
				1R.6	Dificuldades	A3U1, A4U2
				3R.3	HFC	2R.4
1R.8	Construção	A1U9, A6U5, A6U4, A15U8				
1R.9	Relação entre teoria e prática	A1U9, A6U4, A6U5				
1R.10	Diminui abstração	A3U3, A5U6, A12U5, A14U1, A16U3, A17U2				
1R.11	Aprender sobre a origem da química	A1U10, A2U4, A6U2, A8U1, A10U3, A11U4, A16U1,				
1R.12	Pensar como o cientista	A4U3, A5U3, A5U4, A5U5, A5U7, A11U1, A11U3				

Fonte: autora

Conforme apresentado acima, os relatos dos alunos foram divididos em três categorias abertas “Vivências anteriores”, “estrutura da atividade” e “HFC”. Abaixo seguem as considerações a respeito da categoria “Vivências anteriores”.

5.3.1 Vivências anteriores

Em seus relatos, um aluno fez considerações de quando cursava o Ensino Médio. De acordo com o aluno A8: “[...] porque quando eu fiz o Ensino Médio não tinha muita prática em laboratório, nem nada. A gente tinha um laboratório lá, mas a gente não tinha... a gente sempre tinha vontade de ir lá, fazer a coisas, tentar descobrir por que aquilo acontece, como acontece, tentar ver como aquilo acontece, que as vezes só na teoria ali escrito ali não se torna tão interessante [...]”.

Situações como a descrita são apontadas nos estudos de Galiazzi et al (2001), que em um de seus trabalhos, perceberam que mesmo os professores acreditando que as atividades experimentais são importantes no ensino de Ciências, elas são poucos frequentes.

Nogueira et al. (1981), anteriormente já havia se preocupado com situações semelhantes. Os autores investigaram algumas queixas de professores que “justificariam” essa escassez de aulas experimentais.

As instalações ou condições dos laboratórios são, em geral, deficientes. Além disso, os professores não sabem como incluir a atividade de laboratório no escasso tempo disponível. [...] Além disto, o professor precisará dispor de tempo extra para preparar a prática, organizar o laboratório e arrumá-lo ao final da prática. Além disto, deve se ter em conta que a atividade de laboratório como qualquer outra atividade de ensino dificilmente atingirá seus objetivos se não for cuidadosamente planejada. [...] O uso de laboratório, muitas vezes, é visto como uma situação algo mágica [...], permitindo ao aluno escapar de uma aula maçante, ou tornar-se a própria prática uma atividade maçante, onde os alunos limitam-se a seguir instruções. Vários professores relataram dificuldades em selecionar experiências simples relacionadas aos conteúdos teóricos vistos. [...] Deste modo, acreditamos que, muitas vezes, a atividade no laboratório é idealizada como uma solução por professores que não têm condições de utilizá-la. (NOGUEIRA et al. 1981, p. 46-47).

Contrariando uma das queixas relatadas por Nogueira et al. (1981), a de que se faz pouca experimentação devido a falta de recursos, Silva et al. (2009) mostra que ela não se sustenta, esclarecendo que há revistas dedicadas a mostrar experimentos com materiais de baixo custo, mas sim, coloca como principal dificuldade à formação de professores,

argumentando ainda que os cursos de graduação em ciências, e em química em particular, historicamente prioriza a formação de bacharel. Adiante faremos uma análise quanto a essa questão da formação de professores.

Sendo assim, evidencia-se aqui a atualidade do problema da escassez de experimentação em sala de aula, que conforme percebido no relato de A8, embora as pesquisas nessa área tenham avançado, as dificuldades ainda são recorrentes.

5.3.2 Estrutura da atividade

Nessa categoria, os alunos descrevem as contribuições referentes ao *formato* da aula, na qual fazem considerações a respeito das *contribuições da atividade* em sua totalidade, e as contribuições relativas ao *formato da atividade*, sendo os termos destacados os invariantes obtidos a partir da segunda redução, os quais agrupados na categoria aberta nomeada como *estrutura da atividade*.

Ao relatarmos sobre as *contribuições da atividade*, observa-se dois pontos principais, sendo percebidos a partir da primeira redução: a aula ter *motivado e despertado interesse*, e ter contribuído para a *formação* dos participantes, tanto acadêmica quanto profissional.

Nos excertos apresentados abaixo, fica claro que a atividade motivou e despertou interesse nos alunos participantes da atividade.

A1: “[...] Isso deixou um ar de “o que vai acontecer” [...]. Foi interessante, sim me senti motivado a continuar a prática, queria saber onde aquilo tudo ia nos levar, foi bem motivador [...]”.

A3: “[...] Na segunda prática eu fiquei mais animada pois íamos fazer experimentos [...]”.

A5: “[...] algo que me deixou extremamente curioso [...]”.

Já era esperado que a atividade tratada nesse trabalho motivasse e despertasse interesse, pois alguns trabalhos encontrados na literatura sugeriam que quando se utiliza experimentação e história da ciência, tais objetivos são alcançados. Giordan (1999) traz que professores de ciências tem esse conhecimento que a experimentação desperta interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização e que ela aumenta a capacidade de aprendizado, além de que os próprios alunos outorgam à experimentação um caráter motivador.

Essa contribuição também é percebida quando se utiliza HFC, pois conforme defende Martins (1998, p. 18) “a História da Ciência pode ser utilizada como um dispositivo didático útil, contribuindo para tornar o ensino da ciência a nível médio mais interessante e facilitar sua aprendizagem”. Quando se consegue despertar o interesse e atenção do aluno por determinado tema, se facilita o direcionamento do foco dos mesmos para o aprendizado dos conteúdos da disciplina (OLIVEIRA, 2010).

É nesse sentido que Cachapuz et al. (2011) chamam a atenção para que o ensino de ciências deveria ser interessante, mas que em contrapartida está passando por um grave problema de fracasso escolar, percebido justamente pela falta de interesse e recusa pelos estudos em ciências. Evidencia-se aqui a importância de atividades que vão em busca de “conquistar” a atenção dos alunos, cuja atividade descrita no referido trabalho obteve êxito em fazê-lo. Durante o decorrer das aulas, esse interesse pelos alunos em desenvolver a atividade era claro, sendo percebida pelos pesquisadores.

Outro aspecto considerado pelos estudantes é que tais atividades contribuíram para a *formação*. Segundo eles:

A12: “[...] agrega conhecimento para minha futura carreira profissional [...]”.

A15: “[...] foi muito bom participar dessa atividade porque nos inspira a fazer aulas diferentes quando formos de fato professores.

Conforme apresentado na seção “Vivências anteriores”, a formação de professores muitas vezes tem apresentado problemas. Muitas vezes os cursos de graduação em ciências priorizam a formação de bacharéis (SILVA et al., 2009).

Nesse sentido, há a necessidade de repensar a formação desses profissionais. Vários autores vão ao encontro d isso, trazendo estratégias para uma melhor formação de professores. Um exemplo é o uso da HFC, que conforme discutido repetidamente nesse trabalho, é importante para o ensino. Sendo assim, Hidalgo e Lorencini Júnior (2016, p.29) corrobora que “se a HFC é de fato essencial para que o Ensino de Ciências se torne mais humanizado, uma atenção maior deve ser dada para o ambiente de formação de professores”.

Dessa forma, considerando o relato de A15, é importante que em sua formação, o licenciando tenha contato com experimentos que objetivem a formação do futuro professor da educação básica (BINSFELD; AUTH, 2011). Segundo os autores, quando isso não acontece:

[...] há reflexos negativos na maneira de desenvolver as atividades experimentais ou, ainda, de não desenvolvê-las. Na maioria das vezes, quando isso acontece, é devido à formação inicial dos professores, que não tiveram em sua graduação orientações e aprendizados em grau suficiente sobre como planejar e realizar aulas práticas com desenvolvimento sistemático de experiências, vinculando teoria e prática, condição

necessária para resultar num ensino-aprendizagem significativo (BINSFELD; AUTH, 2011, sem página).

Considerando ainda a importância de aulas na graduação com enfoque histórico, como proposto nesse trabalho, Matthews, (1995, p. 165) também faz essa defesa, ao dizer que:

[...] podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Os documentos oficiais corroboram com essa necessidade. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais, os cursos de formação devem garantir nos currículos não apenas os conteúdos específicos da respectiva área de conhecimento, mas também conteúdos relacionados aos fundamentos da educação, ou seja, fornecer os elementos básicos para o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades necessários à docência. Quanto à formação continuada, deve permitir o repensar do processo pedagógico, dos saberes e valores necessários à prática docente (BRASIL, 2015).

Sendo assim, a atividade aqui proposta e desenvolvida com os alunos de licenciatura em química, vai em favor do discutido até aqui, servindo como formação para os licenciandos.

No que diz respeito ao formato da atividade, os relatos foram agrupados em três subcategorias, obtidas a partir da primeira redução: *inovação, necessidade de mais aulas nesse formato e dificuldades*.

Muitas vezes, as atividades experimentais realizadas, tem um viés de comprovação de teorias, onde segue-se um roteiro determinado para se chegar a um resultado já esperado (SUART; MARCONDES, 2009), ou como considera Hülsendeger (2007), muitas vezes as aulas são aulas de culinária, nas quais o aluno recebe uma receita e deve segui-la, valorizando, assim, o “fazer, sem saber por que e para quê” (PRAIA, CACHAPUZ, GIL-PÉREZ, 2002, p. 258).

Segundo Hodson (1988) há uma tendência dos currículos escolares em limitar os experimentos a um papel indutivista, ou a esse papel verificador de teorias, o que o autor chamou de “papel crucial popperiano”. Gioppo, Scheffer e Neves (1998), criticam essa experimentação descontextualizada: “dizemos que atividades experimentais desvinculadas de um projeto de ensino – aulas demonstrativas – não fazem sentido” (GIOPPO; SCHEFFER; NEVES, 1998, p. 44).

Também no Ensino Superior, muitos dos experimentos possuem esse mesmo objetivo conforme apontado por Machado e Mól, (2008, p.57): “grande parte das atividades realizadas na graduação tem caráter de comprovação das teorias [...]. Dessa forma, não qualificam adequadamente os licenciandos para o magistério”.

Nesse sentido, conforme discutido na seção 5.2, na qual está descrita a atividade, apesar da prática possuir um roteiro a ser seguido pelos alunos, a fim de chegar a algo esperado (nesse caso até o “pseudo ouro transmutado”), esse roteiro não teve por objetivo a comprovação de teorias. Cada passo do experimento estava relacionado com passos conhecidos pelos alquimistas contidos na Grande Obra. Sendo assim, a atividade aqui proposta pretendia que os alunos pudessem vivenciar, na medida do possível, o que os alquimistas vivenciavam à época em suas oficinas. Anteriormente à realização da atividade experimental, os alunos tiveram contato com informações a respeito da alquimia, a fim de que quando realizassem o experimento proposto, pudessem relacionar/identificar essas características.

Sendo assim, para os alunos entrevistados, a atividade contribuiu:

A10: “[...] devido ao fato de ser algo completamente diferente as aulas de laboratório [...]”.

A15: “[...] pois nos tira da rotina da aula e nos dá uma visão diferente das coisas [...]”

A1U4: “[...] formato da atividade eu achei *inovador* [...]” (grifo da autora).

Nesse sentido há a necessidade de mais práticas experimentais no Ensino Superior que tenham objetivo principal o desenvolvimento do aluno, a fim de formar professores capazes de desenvolver práticas na educação básica que tenham esse mesmo objetivo (BINSFELD; AUTH, 2011).

O invariante seguinte está relacionado com o discutido anteriormente. Nessa perspectiva, a atividade desenvolvida com os alunos apresentada nesse trabalho, vai em defesa dessas considerações. Na análise fenomenológica feita nesse trabalho, é possível perceber o apelo dos mesmos à *necessidade de mais aulas no formato* proposto.

A1: “[...] Sim acho que deveria ser desenvolvidas mais aulas nesse formato, principalmente para alunos do 1º e 2º período [...]”

A14: “[...] Adorei o formato da aula, e gostaria muito que tivesse outras aulas nesse formato!”.

Fazendo uma relação entre as etapas da Sequência de Ensino por Investigação com as etapas da atividade proposta, a etapa a problematização, consistiu na leitura de um texto e

imagem com linguagem alquímica, com o objetivo de problematizar como uma cosmovisão influencia nas interpretações dos fenômenos naturais.

A segunda etapa da SEI consiste na *Sistematização de conhecimento*. Carvalho (2013) considera que essa atividade deve ser preferencialmente a leitura de textos, sendo uma complementação do problema. Na atividade desenvolvida, a qual é descrita nesse trabalho, foi feita com os alunos a leitura de um texto sobre a alquimia, trazendo os aspectos históricos, a perspectiva vitalista, características e ideias principais de tal cosmovisão.

Na última etapa de uma SEI, contextualização do conhecimento, os alunos devem conseguir relacionar o problema investigado fora desse contexto. Sendo assim, na atividade aqui proposta, essa etapa se dá em longo prazo, não podendo ser identificada durante o desenvolvimento da atividade. Se espera que os licenciandos consigam desenvolver atividades parecidas com essa quando ministrarem aulas.

Após o término da atividade experimental, os alunos construíram um texto, transformando aquilo que observaram em cada etapa em textos com linguagem alquímica. Apresentaram-se anteriormente alguns recortes dos textos construídos, os quais serviram de avaliação para a atividade toda.

Por fim, outro ponto que se destaca são as *dificuldades* encontradas. Poucos alunos relatam ter encontrado dificuldades no decorrer das atividades.

A3: “[...] Na primeira parte na qual lemos os textos eu fiquei um pouco perdida por causa da linguagem [...]”

A4: “[...] Por ser uma linguagem antiga, e ser a primeira vez que tivemos isso na aula. Por ser algo novo [...]”

Esse quesito é totalmente esperado, pois a alquimia possui muito simbolismo, o que é denominado de linguagem hermética, sendo que até mesmo pessoas que viviam naquele contexto possuíam dificuldades em entender aquela linguagem, pois os simbolismos tinham por finalidade não deixar essa ciência acessível a todos. Apenas os iniciados seriam capazes de compreender os símbolos. Outra justificativa dessa linguagem se devia ao fato de que ela era uma arte proibida, e devendo ser escondida (MAAR, 2008).

O texto ao qual o aluno A3 cita, que abaixo apresenta-se um recorte do mesmo, foi trabalhado com os alunos e possuía essa linguagem, e juntamente com uma imagem com a mesma linguagem, fazendo parte da problematização da aula, cuja metodologia adotada foi a Sequência de Ensino por Investigação.

“Se você desejar trabalhar com nossos corpos, tome um ávido lobo cinzento que, submisso ao belicoso Marte [...] lance-lhe o corpo do Rei, para que com ele faça seu pasto e, quando o tiver devorado faça uma grande fogueira e lance o lobo para que seja inteiramente consumido: então o rei será novamente libertado”.

Fazendo uma breve “tradução” desse texto, o mesmo se refere ao processo de *purificação*, que para os alquimistas, seria uma das etapas necessárias para a transmutação em ouro.

Sendo assim, optou-se aqui por uma abordagem historiográfica diacrônica, que conforme explica Kragh (2001, p.100) “consiste em estudar a ciência do passado à luz da situação e das opiniões que verdadeiramente existiram no passado”, considerando, assim, os pensamentos e opiniões das pessoas diretamente envolvidas com o fato analisado: os alquimistas. Ao utilizar de tal abordagem, apresentando o processo de construção, os empecilhos, dificuldades, frustrações e o contexto da época, pretendeu-se contribuir para desmistificar a ideia de ciência como produto acabado, caracterizando-a pela refutabilidade e transitoriedade

5.3.3 História e Filosofia da Ciência (HFC)

Essa categoria aberta é a parte em que mais houve contribuições relatadas. Os relatos explicitam quatro contribuições principais, oriundas da segunda redução: quanto à importância do *contexto histórico*, ao mostrar a *ciência como construção*, ao fazer *relação entre teoria e prática e diminuir a abstração*.

Inicialmente, apresentam-se as contribuições de se entender o *contexto histórico*.

A1: “[...] o que eu aprendi sobre a história da alquimia, sobre a relevância da cosmovisão sobre a interpretação do mundo [...]. A importância do contexto histórico no desenvolvimento de uma ideia [...]”

A8: “[...] interessante a gente ter esse conhecimento, saber pelo o que levou até ter toda a descoberta que a gente tem hoje [...]”.

Nesse sentido Gioppo, Scheffer e Neves (1998, p.44) chamam atenção para experimentação descontextualizada: “atividades como misturar uma substância A com determinada substância B e obter um líquido vermelho, ou mostrar que saem bolinhas de uma planta ao colocá-la dentro da água, quando isoladas do contexto significam o que?”

Os documentos oficiais trazem a necessidade da “contextualização”. Conforme descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM):

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, *contextualizados*, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo [...] (BRASIL, 2000, p. 6, grifo nosso).

Quando não se considera o contexto de um determinado fato, se dá “a ideia de que a ciência é hermética, que não sofre influência dos aspectos socioculturais de sua época” (CARNEIRO; GASTAL, 2005, p. 38).

Gil-Pérez (1999) argumenta que no ensino científico, até mesmo nas universidades na maioria das vezes se apresenta apenas o conhecimento já elaborado, sem permitir que os estudantes tenham contato com as características do trabalho científico.

Confirma-se aqui o que foi discutido no invariante “Inovação”, no qual tratou-se da tendência da experimentação como comprovação de teorias, assim como também da importância da abordagem diacrônica.

Conforme afirma Silva et al. (2009) “quando a experimentação é desenvolvida juntamente com a contextualização, ou seja, levando em conta aspectos sócio-culturais e econômicos da vida do aluno, os resultados da aprendizagem poderão ser mais efetivos” (Silva et al., 2009, p. 278).

Sendo assim, ao permitir a compreensão de que o contexto em que viviam os alquimistas influenciou as ideias da época, os alunos conseguem relacionar que na atualidade também contextos sociais, políticos, ideológicos influenciam as ideias e, conseqüentemente, a ciência, afetando-os diretamente.

Outro ponto considerado pelos entrevistados foi que a atividade contribuiu para mostrar a *ciência como construção*.

A1: “[...] muito bom para mostrar sobre como as coisas se constroem, como elas começam, como o contexto, como a visão das pessoas da época influenciam no desenvolvimento de ideias [...]”.

A15: “[...] Entender o contexto histórico é muito importante porque nos mostra como chegamos até os resultados que temos hoje em dia , nos mostra uma certa evolução do conhecimento, do que foi feito no passado para que se chegasse ao conhecimento atual [...]”.

Oki e Moradillo (2008) já haviam percebido, mostrando que com aulas de História da Química, os alunos reconhecem a ciência como uma atividade humana sujeita a erros e

conflitos, o que também é defendido por (CHAVES; SANTOS; CARNEIRO, 2014). Em união com a experimentação, a atividade é mais voltada para a construção do que a comprovação de conceitos, leis ou teorias (SILVA, 2013). Essa contribuição da HFC vai de encontro com a contextualização. Quando um assunto é contextualizado, mais fácil é de se mostrar a ciência como construção.

Tomazi et al. (2009, sem página), traz a importância de desde cedo “incentivar as crianças a refletirem a ciência como um conhecimento que auxilia a explicar o mundo e, ao mesmo tempo, como uma forma de produção coletiva, que está sintonizada com a cultura e as ideias do ser humano no seu contexto histórico-social”.

Sendo assim, ao contribuir para desmistificar a ideia de ciência como produto acabado, e caracterizá-la como construção, percebe-se que a atividade contribuiu para melhor compreensão da Natureza da Ciência (NdC). A NdC não diz respeito apenas a isso, mas como mostrado por Moura (2014) a HFC contribui para uma melhor compreensão da natureza da ciência, ao considerar que a ciência é mutável, que é influenciada pelo contexto social, cultural, político etc., no qual ela é construída, que os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, características essas também alcançadas com essa atividade.

Outra contribuição relatada pelos alunos é que a atividade fez *união* entre *teoria e prática*.

A2: “[...] Sim, entendendo melhor a época, fica mais fácil de entender a relação entre a teoria e a prática [...]”.

A8: “[...] além da gente ver aquilo lá na teoria a gente vê como acontece, vê como é realizado na prática [...]”.

Há de se tomar certo cuidado quando se utiliza experimentação apenas com esse objetivo, para que não esbarre na ideia de comprovação de teorias, o que foi bastante criticado até aqui. Borges (2002) também chama atenção para esse tipo de atividade, na qual os alunos já possuem conhecimentos acerca da teoria sobre determinado conceito, e ao realizar a prática, já esperam um determinado resultado, o que pode implicar que ao realizar a prática e não obter esse resultado, eles podem propositalmente “adequar” suas observações e dados a fim de obter a ‘resposta correta’, configurando assim em atividades experimentais com o caráter de um “jogo viciado” (BORGES, 2002, p. 17).

Moura (2014) elenca que não há uma relação bem definida entre teoria e experimento, de forma que “a teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa”, mas que a Ciência não se constrói sem os dois.

Entretanto, Binsfeld e Auth (2011), consideram que a experimentação tem um papel importante no ensino de Ciências, de Física e Química, “pois necessita estabelecer elos entre as explicações teóricas a serem discutidas em sala de aula e as observações possibilitadas por esse tipo de atividade” (BINSFELD; AUTH, 2011, sem página). Sob o mesmo ponto de vista, Hodson (1988, p. 3) argumenta que “não existem experimentos independentes de teorias”.

Outro ponto destacado foi que o uso da HFC contribuem para diminuir a *abstração*. Segundo eles:

A3: “[...] É importante conhecer o contexto pra você colocar em prática e entender melhor e ver que aquilo faz sentido, porque se você tiver só os conceitos e não colocar em prática você fica “ué, pra que que serve isso”? [...]”.

A5: “[...] Apenas ler sobre tal pessoa, tal químico, acaba nos dando uma noção muito superficial [...]”.

A17: “[...] a atividade ficou mais clara conhecendo o contexto histórico [...]”.

Nessa perspectiva, Matthews (1995) advoga que a História e Filosofia pode “contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam” (MATTHEWS, 1995, p. 165). Essa falta de “significação” a qual Matthews se refere, tem contribuído para o desinteresse dos alunos por ciências. Este tópico vai de encontro com o que foi discutido no invariante sobre a importância de se conhecer o contexto por trás de determinado experimento ou teoria. Quando o aluno participa da própria construção de conhecimento, mas fácil é para ele entender o processo enfrentado até determinada teoria ser considerada válida e até mesmo entender a teoria em si (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005). Nesse sentido, a atividade aqui proposta vai em favor da superação dessa crise no ensino de ciências, uma vez que os alunos foram levados a construir por eles próprios, seus conhecimentos sobre alquimia. Não há de se negar que eles receberam embasamentos teóricos para tal, mas ao realizarem a prática experimental de maneira semelhante como era feito à época, tiveram a oportunidade de pensarem, na medida do possível, como os alquimistas pensavam na época, construindo as interpretações sobre o que vivenciaram no experimento semelhantemente como os alquimistas faziam.

Outro ponto importante percebido no relato dos alunos foi o aprendizado sobre a origem da química.

A1: “[...] gostei bastante desse contato com a história da alquimia, para melhor compreensão da química que temos atualmente, achei bem legal [...]”.

A8: “[...] Interessante também para entender de como começou a surgir a química [...]”.

A10: “[...] Contribuiu para ter uma visão diferente da química de hoje, e valorizar e conhecer os primeiros estudos da química [...]”.

Não há como negar a importância de conhecer as origens da química. Os alunos puderam perceber que a química sistematizada tal como tem-se hoje, foi sendo construída ao passar dos anos, mostrando mais uma vez que a ciência não é algo acabado, mas que, como considera Moura (2014):

Ciência, de outra perspectiva, constrói modelos, explicações, conceitos a respeito do mundo natural que são embasados pelo arcabouço de saberes, metodologias, pressupostos epistemológicos, sociológicos e filosóficos da Ciência. Estas construções são, no fim, sempre provisórias, transformando-se ao longo do tempo e das sucessivas mudanças de contextos científicos, sociais, culturais etc (Moura, 2014, p. 34).

Sendo assim, conforme discutido anteriormente, é importante que em sua formação os futuros professores tenham contato com a HFC, pois como advoga Matthews, esse uso

podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Diante disso, aqui se expressa um reforço da importância da HFC no Ensino Superior.

Outro item importante observado no relato dos pesquisados, é que eles “se sentiram alquimistas”.

A5: “[...] ao fim, sai do laboratório me sentindo um verdadeiro alquimista, e ficando mais curioso em descobrir mais sobre esses antigos químicos [...]. Essa experiência, nos coloca no lugar de nossos antepassados químicos nos fazendo entender o que eles passavam, o que estava na cabeça deles quando praticavam essas experiências. [...] Mas nós colocarmos no lugar deles, isso sim expande um pensamentos [...]”.

A11: “[...] trabalhamos acreditando que o universo estaria a nosso favor, que os planetas, os astros estariam em tal forma que influenciaria na obtenção de êxito, determinada experiência [...]”.

A literatura mostra que quando os alunos são colocados a pensar como os cientistas da época pensavam, apresentam melhor compreensão da Ciência e da construção do

conhecimento científico (MOURA, 2014). Esse movimento de aproximação dos alunos com o “ser cientista” dá à ciência um caráter mais acessível, permitindo que os alunos compreendem que os cientistas são pessoas “normais”, possuidores de criatividade, dúvida, interesses próprios, passíveis de erros.

Sendo assim, o tipo de atividade realizada com os alunos, na visão dos próprios participantes, conforme percebido a partir da análise fenomenológica das entrevistas, é importante, pois assume a conjectura de transpor o fracasso no ensino de ciências, como tratado na seção “Problemas no Ensino de Química”. Muito dos pontos discutidos aqui contribuíram para melhor compreensão da natureza da ciência, que segundo Gil-Pérez et al. (2001) e Moura (2014), uma visão deformada dos aspectos da ciência é o principal motivo do desinteresse por ciências. Nesse sentido, Moura (2014, p. 44) salienta que:

É preciso, assim, um esforço de tornar a incorporação da natureza da Ciência como um projeto amplo e articulado tanto na formação de professores – que precisam ter uma visão mais adequada de Ciência – quanto de alunos, cujas concepções distorcidas e simplistas precisam ser trabalhadas, problematizadas e superadas.

Sendo assim, defende-se a implementação de atividades unindo a história da ciência e experimentação em cursos de licenciatura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste trabalho sustentam a crença de que atividades utilizando História da Ciência e experimentação no ensino podem contribuir para superar as dificuldades que o processo de ensino está passando.

A partir do desenvolvimento de uma sequência didática utilizando o contexto da alquimia com licenciandos em química, a qual envolvia leituras de textos e imagens com linguagem alquímica e experimentos relacionados à essa temática, buscou-se avaliar as contribuições didático-pedagógicas e formativas da vivência dessa atividade pelos participantes.

Para tanto, foi utilizada o método de pesquisa qualitativo da abordagem fenomenológica para o acesso e análise das descrições por parte dos alunos participantes da atividade. A Fenomenologia permitiu também a organização das descrições dadas, permitindo a evidenciação de unidades de significado, com sucessiva organização de invariantes e categorias abertas que possibilitaram um diálogo com referenciais teóricos para a construção de uma compreensão sobre o fenômeno de interesse nesta pesquisa.

Sendo assim, com base nessa pesquisa fenomenológica desenvolvida com os participantes dessas atividades, percebe-se que a mesma motivou e despertou interesse nos alunos, o que já havia sido considerado por Giordan (1999), Martins (1998) e Oliveira (2010) para as metodologias em separados. A atividade possibilitou também aos alunos compreender a importância de se conhecer o contexto histórico por trás das teorias, mostrando assim a ciência como construção, caracterizada pela refutabilidade e transição de ideias, desconstruindo a visão de ciência como produto acabado que muitas vezes é ensinado, da mesma forma que havia sido discutido por Moura (2014).

A atividade permitiu que os alunos tivessem contato prático com o que os alquimistas vivenciavam, sendo influenciados a pensar como eles pensavam, deixando de lado o conhecimento da química atual que possuíam que poderia explicar o que estava acontecendo no experimento, possibilitando perceber os empecilhos, dificuldades e frustrações e o contexto da época.

A atividade aqui proposta também contribuiu para a formação dos alunos participantes, uma vez que forneceu conhecimento de metodologias para utilizarem quando estiverem atuando em sala de aula, a fim de superar a crise que o ensino está passando. Conclui-se então que é importante atividades com essa estrutura no ensino superior,

aperfeiçoando a formação dos mesmos e melhorando a compreensão de aspectos relativos à natureza da ciência.

Sendo assim, defende-se a implementação de atividades unindo a história da ciência e experimentação em cursos de licenciatura.

Fica em aberto, como perspectiva para futuros trabalhos, a busca de novas associações entre outros temas importantes e experimentos que possibilitem a discussão de elementos de história e filosofia da ciência.

REFERÊNCIAS

- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **Da alquimia à química**. São Paulo: Landy Editora, 2001.
- ANDERY, M. A. et al. **Para compreender a Ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Espaço e tempo, 1988.
- ANDRADE, M. F. D.; SILVA, F. C. Destilação: uma sequência didática baseada na História da Ciência. **Química nova na escola**, v. 40, n.2, p.97-105, 2017.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, p. 176- 194, 2003.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ática, 2002.
- BONARDEL, F. **Filosofar pelo fogo**. São Paulo: Madras, 2012.
- BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n. 3, p.291-313, 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília, 2000.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. **Diário Oficial da União**, 2015.
- BICUDO, M. A. V. **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Editora Cortez, 2011. 150 p.

BINSFELD, S. C.; AUTH, M. A. A Experimentação no Ensino de Ciências da Educação Básica: constatações e desafios. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC). 2011, Campinas. **Resumo**. Campinas: 2011, sem página.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação – uma introdução à teorias e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. 336 p.

BURCKHARDT, T. **Alquimia**. Barcelona: Plaza & Janés, 1976.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do Ensino das Ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARDOSO, L. de R.; PARAÍSO, M. A. Álbum fotográfico: um mapa de cenários discursivos na produção acadêmica brasileira sobre aulas experimentais de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 1, p. 83-115, 2014.

CARNEIRO, M. C; GENTIL, H. S. (Org). **Filosofia Francesa Contemporânea**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

CARNEIRO, M. H. S.; GASTAL, M. L. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, n. 1, p. 33-39, 2005.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHAVES, L. M. M. P.; SANTOS, W.L. P.; CARNEIRO, M. H. S. História da Ciência no Estudo de Modelos Atômicos em Livros Didáticos de Química e Concepções de Ciência. **Química nova na escola**, v.36, n.4, p.269-279, 2014.

CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 16, n. 2, p. 221-236, 2003.

DEBUS, A. G. **O homem e a natureza no Renascimento**. Portugal: Porto Editora, 2002.

ELIADE, M. **Herreros y alquimistas**. Madrid: Alianza Editorial, 1974.

FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo; MARTINS, André Ferrer P. História da Ciência—o que é. **Natal: UFRN**, 2009.

FRANCISCO JUNIOR, W.E.; FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 30, n.4, p. 34-41, 2008.

FRASER, M. T. D.; GONDIM, S. M. G. Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa. **Paidéia**, v. 14, n. 28, p. 139-152, 2004.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivo das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GANGUILHEM, G. **O conhecimento da vida**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.

GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências**: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa. 2010. 190 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

GIL-PÉREZ, D. ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 503-512, 1999.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIOPPO, C.; SCHEFFER, E.W. O; NEVES, M.C.D. O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. **Educar**, v. 14, n.14, p.39-57, 1998.

GIORDAN, M. A experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, v, 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

GRANGER ACADEMY. Disponível em: < <https://www.grangeracademic.com/>> acesso em 16 dex 2019.

GRANT, E. **Os fundamentos da ciência moderna na Idade Média**. Portugal: Porto Editora, 2002.

GREENBERG, Arthur. **Uma breve história da química: da alquimia às ciências moleculares modernas**. São Paulo: Blucher, 2009.

HIDALGO, M. H.; LORENCINI JUNIOR, A. Reflexões sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências. **História da ciência e ensino: Construindo interfaces**, v. 14, p.19-38, 2016.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational philosophy and theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

HÜLSENDEGER, M. J. V. C. A história da ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 2, p. 1-16, 2007.

JARDIM, W. T.; GUERRA, A. Experimentos históricos e o ensino de física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 244-263, 2017.

KRAGH, H. **Introdução à historiografia da ciência**. Porto: Porto Editora, 2001.

LEICESTER, H. M. **The historical background of chemistry**. Nova York: Courier Corporation, 1971.

MAAR, J. H. **Historia da Química - Primeira Parte - Dos Primórdios a Lavoisier**. Florianópolis: Conceito, 2008.

MAAR, J. H. **História da Química – Segunda Parte - De Lavoisier ao sistema periódico**. Florianópolis: Editora Papa Livro, 2011 .

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. de S. Experimentando química com segurança. **Química nova na escola**, v. 27, n. 1, p. 57-60, 2008.

MANZINI, E. J. Entrevista semi-estruturada: análise de objetivos e de roteiros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA E ESTUDOS QUALITATIVOS, 2, 2004, Bauru. A pesquisa qualitativa em debate. **Anais...** Bauru: USC, 2004.

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, J.; BICUDO, M. A. V. **A pesquisa qualitativa em psicologia: fundamentos e recursos básicos**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Moraes, 1994. 110 p.

MARTINS, L. A. P. A história da ciência e o ensino da biologia. **Ciência & Ensino**, v. 3, n. 2, p. 18-21, 1998.

MARTINS, L. A. P. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, R. A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Livraria da Física/EDUC/FAPESP, 2004. p. 115-145.

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

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

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

NOGUEIRA, J.C. et al. Descrição e análise de problemas de desempenho de professores de química do segundo grau na região de São Carlos, São Paulo. **Química Nova**, v.4, n.2, p.44-8, 1981.

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.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

OLIVEIRA, J. R. S. A Perspectiva Sócio-histórica de Vygotsky e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.3, n.3, p.25-45, 2010.

PRAIA, J. CACHAPUZ, A. GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002

QUINTAL, J.R.; GUERRA, A. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. **A Física na Escola**, v.10, n. 1, p. 21-25, 2009.

RODRIGUEZ, J. J. G. ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. **Investigación em la Escuela**, n. 25, p. 5-16, 1995.

SALESSE, A. M. T. **A Experimentação no Ensino de Química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem**. 2012. 39f. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2012.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R.P. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, v. 4, n. 4, p. 28-34, 1996.

SILVA, G. R. História da Ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 6, n. 1, p. 121-132, 2013.

SILVA, R. T. et al. Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química” da Revista Química Nova na Escola 2000-2008. **Revista Ensaio**, v.11, n.02, p.277-298, 2009.

SOUZA, A. C. **A experimentação no ensino de ciências: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem**. 2013. 33 f. Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

STOLTZENBERT, D.S.V. “**Viridarium Chymicum**” **The Chemical Pleasure-Garden**, Frankfurt: Lucas Jennis, 1624.

SUART JÚNIOR. J. B. **A vivência de ser cientista docente-pesquisador formador de professores na indissociabilidade do tripé universitário: um estudo com físicos e químicos**. 2016. 411 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, 2016.

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n.1, p. 50-74), 2009.

TOMAZI, A. L. et al. O que é e quem faz ciência? Imagens sobre a atividade científica divulgadas em filmes de animação infantil. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, sem página, 2009.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. Historiografia e história da ciência. **Escritos. Revista da Casa de Rui Barbosa**, v. 1, p. 111-58, 2007.

WESTFALL, R. S. **A construção da Ciência Moderna: Mecanismos e Mecânica**. Portugal: Porto Editora, 2001.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Atividade Parte 1

Observe o texto e a figura a seguir. Consegue compreender o conjunto? Do que se trata?

Se você desejar trabalhar com nossos corpos, tome um ávido lobo cinzento que, submisso ao belicoso Marte em razão de seu nome, também é filho do velho Saturno, por sua raça de nascimento, e que é encontrado em todas as montanhas e vales do mundo, assaltado por uma fome atroz: lance-lhe o corpo do Rei, para que com ele faça seu pasto e, quando o tiver devorado, faça uma grande fogueira e lance o lobo para que seja inteiramente consumido: então o rei será novamente libertado; e quando tiver reiterado isso três vezes, o Leão terá vencido o Lobo, e nele você não encontrará mais nada a ser consumido, dessa maneira, no início de nossa obra nosso corpo está adequadamente preparado.

Figura 1 - ALCHEMY ALLEGORY, 1617. 'O lobo cinza devora o rei, após o que é queimado na pira, consumindo o lobo e restaurando o rei à vida.' Desenho alegórico da purificação alquímica do ouro. Xilogravura dos Atalanta Fugiens por Michael Maier, 1617."



Fonte: extraída de Granger Academy

E saiba que essa é a única via correta e legítima para purgação de nossos corpos, pois o Leão se purifica a si mesmo com o sangue do lobo, e a tintura do Leão se regozija prodigiosamente com a tintura desse sangue, estando claro que o sangue de ambos se uniu mutuamente em virtude de certa afinidade de vizinhança; e, quando o Leão está enfim satisfeito, seu espírito tornou-se mais forte do que era antes, e seus olhos emitem um brilho vivo, comparável ao do Sol, e sua essência interior, que se tornou mais forte do que era antes, e seus olhos emitem um brilho vivo, comparável ao do Sol, e sua essência interior, que se tornou muito vigorosa e preciosa, é de grande utilidade para todas as coisas procuradas.

Texto extraído de Bonardel, 2012, p. 448.

REFERÊNCIAS

BONARDEL, F. **Filosofar pelo fogo**. São Paulo: Madras, 2012.

GRANGER ACADEMY. Disponível em: <<https://www.grangeracademic.com/>> acesso em 16 de dez. de 2019

APÊNDICE B – Texto historiográfico alquimia

A Alquimia

Antes da química racionalmente organizada, existiu uma prática conhecida como alquimia, tendo sido influenciadas por práticas antigas de mineração e metalurgia, que carregavam consigo a visão vitalista e sagrada do universo (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Nesta, acreditava-se que os metais eram “vivos”, que “cresciam” no interior da Terra, num processo análogo à gestação. Se nada interrompesse esse processo, todos os minerais se converteriam em ouro (ELIADE, 1974). Se o metal extraído fosse outro qualquer, era porque havia acontecido um “aborto”, então cabia aos alquimistas realizar em seus laboratórios aquilo o que não havia sido conseguido na natureza: a maturação do metal em ouro (BURCKHARDT, 1976). Após certo período de exploração, a mina era fechada para que pudesse gerar novos minerais (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Assim, os metais seriam produzidos no seio escuro da Terra pelo trabalho dos sete planetas, isto é, o Sol, a Lua e os cinco planetas visíveis a olho nu (BURCKHARDT, 1976).

A Alquimia passou por diferentes períodos, iniciando-se nas civilizações míticas, tendo uma primeira versão racional em Alexandria e uma segunda versão com os Árabes que posteriormente a levaram para a Europa.

Na antiguidade, muitas civilizações apresentavam crenças míticas. Na Mesopotâmia havia uma religião caldaica conhecida como Zoroastrismo, que tinha por ideia principal o dualismo entre o bem e o mal, sendo que o mal seria superado, tanto no Universo, como principalmente no interior do homem (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Acredita-se que essa religião tenha influenciado na origem dos elementos aristotélicos (MAAR, 2008). Também na civilização hindu e egípcia apareceriam crenças parecidas com essas (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

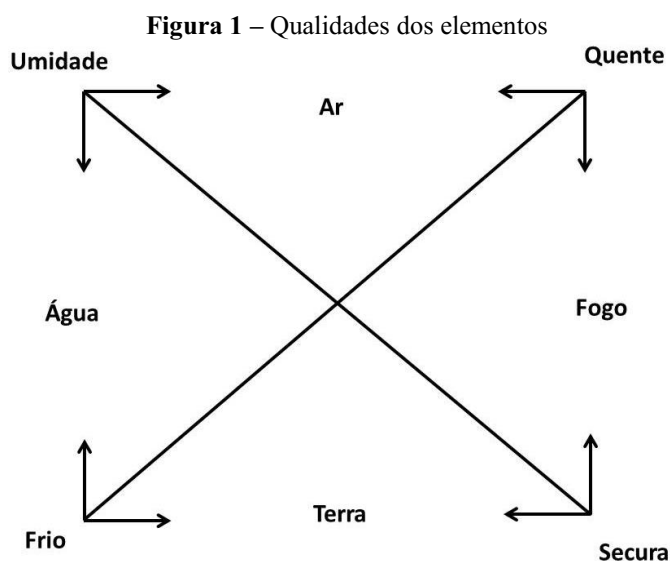
Na Grécia antiga, os filósofos começaram a procurar explicações para a matéria, e aqui aparece a ideia de elemento. O “elemento” de Aristóteles foi por ele definido como um corpo que forma os outros corpos, mas que ele mesmo não pode ser decomposto em corpos menores. Aristóteles adota a teoria dos quatro elementos (terra água, ar e fogo), proposta por Empédocles, propondo ainda a “quintessência”, o éter que ocuparia os “espaços vazios”. Cada um desses elementos possuíam duas das qualidades (quente, frio, seco e úmido), e alterando-se essas qualidades, alteraria-se também o elemento, num processo conhecido como

transmutação, que será abordado posteriormente (ALFONSO-GOLDFARB, 2001; MAAR, 2008).

Aristóteles também propõe a teoria das “exalações”. Quando os raios de Sol incidem em terras secas, acontecem as exalações de fumaça (quente/úmida). Quando é incidida em terras úmidas, ocorre as “vaporosas” (frio/úmido). Os minerais seriam formados a partir do aprisionamento dessas “exalações” na crosta terrestre. As exalações de origem úmida dariam origem aos metais ao passo que as de origem seca, os fósseis, as gemas e as pedras (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Dessa forma, acredita-se que essas crenças teriam influenciado na origem da alquimia, sendo que em cada uma dessas civilizações a mesma possuía características próprias, mas que se assemelhavam.

A primeira grande síntese entre teorias místicas e racionalismo aconteceu em Alexandria, durante o Império Macedônico de Alexandre o Grande. As teorias vitalistas místicas se fundiram ao racionalismo dos gregos.



Fonte: extraído de Maar (2008) p. 31

O principal objetivo dos alquimistas era o processo de transmutação de metais em ouro. Para tanto, a massa morta deveria ser tingida por um processo análogo ao crescimento de uma semente. Sob a influência do calor prolongado e suave, a massa era tratada com certos espíritos e águas que renovavam a vida e causavam desenvolvimento (LEICESTER, 1956). Os reagentes que os alquimistas usavam eram chamados de "águas" se fossem líquidos, e eram usualmente substâncias que produziram uma cor nas superfícies metálicas. É quase

impossível seguir os detalhes dessas receitas por causa da maneira vaga como os vários reagentes são nomeados (LEICESTER, 1956).

Os alquimistas eram adeptos da teoria do microcosmo-macrocosmo, ou seja, todas as mudanças que ocorriam no macrocosmo, ou grande mundo, se repetiam no microcosmo, representado pelos seres vivos. Dessa forma, quando se conseguia alcançar o metal perfeito, encontrar-se-ia também a perfeição para o ser, na forma de vida eterna (LEICESTER, 1956). Acreditava-se numa espécie de espírito (pneuma), que era um constituinte essencial de todas as coisas e agia sobre um corpo para produzir mudanças. No microcosmo o corpo morria, deixando uma semente que, impulsionada pelo pneuma, se desenvolvia através de uma série de mudanças, acarretando na perfeição final de sua espécie. Acreditava-se também que isso acontecia com o macrocosmo. Portanto era necessário "matar" os materiais com os quais o alquimista trabalhava, ou seja, produzir uma mudança em suas propriedades para levá-lo tão próximo quanto possível à perfeição (LEICESTER, 1956).

Quando os árabes invadiram Alexandria durante a expansão do Império Árabe, eles já tinham influência das culturas hindu e chinesa. Nesse sentido, na alquimia chinesa havia a ideia de um "elixir" que conferia longevidade, ou um "elixir" que unisse o ser humano e o universo. Esse elixir seria capaz então de transferir as qualidades de um corpo para outro (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Assim, ocorreu uma nova síntese.

Foi com os escritos atribuídos a Jabir ibn Hayyan que a alquimia árabe ganhou terreno mais firme (LEICESTER, 1956). Seu conceito de matéria baseia-se nos quatro princípios aristotélicos, mas na forma de qualidades: calor, frio, umidade, secura. Todos os metais consistem em uma combinação de dois destes (qualidades exteriores), que dão ao metal suas propriedades, mas possuem inatamente as outras duas qualidades como qualidades interiores. Essa teoria ficou conhecida como a teoria dos balanços. O ouro, por exemplo, tem as qualidades exteriores de calor e umidade, e as qualidades interiores de frio e secura. Essas duas últimas qualidades são as exteriores da prata. Para converter prata em ouro, é necessário apenas destacar as qualidades interiores do ouro, através do uso de um elixir (LEICESTER, 1956).

Jabir traz ainda a doutrina dos dois contrários: todos os metais são formados a partir de enxofre e mercúrio. O enxofre é o princípio fixo, ativo, masculino, que representa as propriedades de combustão e corrosão dos metais. O mercúrio é o princípio volátil, passivo, feminino, inerte. Ambos, combinados, formam o que os alquimistas descrevem como o "coito do Rei e da Rainha" (LEICESTER, 1956).

Esses alquimistas também acreditavam que os astros podiam interferir na transmutação, de forma que muitos metais eram atribuídos aos planetas e processos alquímicos eram atribuídos aos signos do zodíaco, conforme apresentado na tabelas 1 e 2. Posteriormente esses metais foram associados com os sete dias da semana (MAAR, 2008).

A alquimia chega à Europa a partir de conhecimentos alquímicos de outros povos. Anteriormente à alquimia, já se praticava na Europa algumas atividades relacionadas ao conhecimento químico, como a metalurgia, a tinturaria, a drogaria (MAAR, 2008).

A Europa passa por um período conhecido como Idade Média, passando por um período de decadência com a Alta Idade Média, mas com as cruzadas, já na Baixa Idade Média, o comércio europeu começa a prosperar (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). No encruzo de caravanas com exército de cruzados se dá origem a novas cidades, onde várias culturas eram partilhadas.

Dessa forma, através dos árabes chega à Europa muito do conhecimento do mundo antigo. Os textos originais gregos eram raros e difíceis de ser traduzidos por eles, mas chega até a Itália alguns textos traduzidos diretamente dos originais. A partir de então muitos dos textos alquímicos são traduzidos ficando de posse dos europeus (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

A alquimia carregou consigo muitos textos herméticos. Esses escritos eram bastante figurados, carregados de simbolismo, apresentando aspectos mágicos, simbólicos, religiosos e místicos, e tinham por finalidade não deixar essa ciência acessível a todos, de forma que apenas os iniciados seriam capazes de compreender os símbolos. Acredita-se também que essa linguagem hermética da alquimia devia ao fato de que ela era uma arte proibida, e dessa forma deveria ser escondida (MAAR, 2008).

Signo	Operação
Áries	Calcinação
Touro	Congelamento
Gêmeos	Fixação
Câncer	Solução
Leão	Digestão
Virgem	Destilação
Libra	Sublimação

Metal	Planeta
Ouro	Sol
Prata	Lua
Mercúrio	Mercúrio
Cobre	Vênus
Antimônio	Terra
Ferro	Marte
Estanho	Júpiter

Escorpião	Separação
Sagitário	Ceração
Capricórnio	Fermentação
Aquário	Multiplicação
Peixes	Projeção

Saturno	Chumbo
---------	--------

Abaixo está representado a primeira das “Doze Chaves de Basílio Valentim”, que consistem em imagens que representam os processos para a obtenção da Pedra Filosofal, contidos na “Grande Obra” (GREENBERG, 2009), que se encontra aqui para ilustrar a linguagem simbólica da alquimia.

Figura 2- Primeira Chave de Basílio Valentim



Fonte: extraída de Greenberg, 2009, p. 30.

Para melhor compreensão dessa linguagem, apresentamos a tradução dessa chave feita pelo historiador John Read contida no livro de Greemberg (2009). A primeira chave representa o processo de *amalgamação*, a “união” da mulher (mercúrio) ao homem (enxofre) (STOLTZENBERT, 1624). É retratado também um lobo, que representa o antimônio. O lobo está próximo a Saturno. O ouro impuro deveria ser aquecido no fogo por três vezes (a rainha está segurando três flores), e assim o rei surgiria (o rei seria o ouro). A rainha representa a prata purificada, a partir da qual é obtido o Mercúrio Sáfico. As outras chaves representam as etapas seguintes do processo.

REFERÊNCIAS

ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **Da alquimia à química**. São Paulo: Landy Editora. 2001.

BURCKHARDT, T. **Alquimia**. Barcelona: Plaza & Janés, 1976.

ELIADE, M. **Herreros y alquimistas**. Madrid: Alianza Editorial, 1974.

GREENBERG, Arthur. **Uma breve história da química: da alquimia às ciências moleculares modernas**. São Paulo: Blucher, 2009.

LEICESTER, H. M. **The historical background of chemistry**. Nova York: Courier Corporation, 1971.

MAAR, J. H. **Historia da Química - Primeira Parte - Dos Primórdios a Lavoisier**. Florianópolis: Conceito, 2008.

STOLTZENBERT, D.S.V. **“Viridarium Chymicum” The Chemical Pleasure-Garden**, Frankfort: Lucas Jennis, 1624.

APÊNDICE C – Roteiro do experimento

Você é partidário de uma cultura calcada no VITALISMO. Isso quer dizer que você acredita em uma força vital que coordena o cosmo. Neste sentido todas as suas interpretações do mundo referem-se a imagens baseadas nos fenômenos que você enxerga na natureza em seu cotidiano, ou seja, interpretações animistas. Assim sendo neste mundo tudo parece se basear nas atividades da própria natureza, tais como morte, germinação, gestação, coito, florescimento, putrefação, etc. A única forma de você se orientar em relação ao espaço tempo são os astros. Abaixo se encontram os nomes através dos quais, você reconhece os metais. O outro quadro ainda traz operações que você reconhece e que você sabe que dependem de épocas/períodos específicos para terem sucesso em sua concepção.

Signo	Operação	Metal	Planeta
Áries	Calcinação	Ouro	Sol
Touro	Congelamento	Prata	Lua
Gêmeos	Fixação	Mercúrio	Mercúrio
Câncer	Solução	Cobre	Vênus
Leão	Digestão	Antimônio	Terra
Virgem	Destilação	Ferro	Marte
Libra	Sublimação	Estanho	Júpiter
Escorpião	Separação	Saturno	Chumbo
Sagitário	Ceração		
Capricórnio	Fermentação		
Aquário	Multiplicação		
Peixes	Projeção		

Sobre os reagentes, você os nomeia de forma diferente da conhecida hoje. Por exemplo, o ácido nítrico é para você a *áqua fortis*, enquanto o hidróxido de sódio é o *álcali fixo*. Ou então usa imagens animais para retratar sua aparência e comportamento. Por exemplo:

- Mercúrio: água dourada, eterno fugitivo, água divina, orvalho divino, água da lua, leite de vaca preta, etc.
- Leão verde: mercúrio filosófico; sulfeto de arsênio, sulfato ferroso.

- Leão vermelho: sulfeto de mercúrio, sulfeto de antimônio, óxido de ferro, óxido de chumbo.
- Dragão: enxofre, nitratos, cloreto de prata, entre outras substâncias como o fogo.

Assim sendo, esta atividade consiste em você construir um texto em linguagem figurativa/folclórica para a seguinte sequência de passos que você realizará agora.

Você tem um pedaço de cobre metálico. Em um cadinho você o aquece com enxofre em pó. Você usa ácido nítrico para limpar a amostra, certificando-se que ela está totalmente “limpa”. Você então prepara uma solução contendo hidróxido de sódio. Coloca o metal na solução, adiciona um pouco de zinco e então aquece deixando isso aquecido por longo tempo. Você então retira o metal, joga-o em água, em seguida coloca-o direto ao fogo.

Realize as etapas descritas anteriormente, preenchendo o quadro abaixo com suas observações. Em seguida, para cada passo faça uma interpretação alquímica com base no que foi observado.

Passos	O que você observou?	Interpretação alquímica
Pedaço de cobre metálico “inicial”		
Aqueça-o com enxofre em pó		
Limpe com ácido nítrico		

Adicionar o metal “limpo” a uma solução de hidróxido de sódio, juntamente com zinco. Após certo tempo, retire-o da solução.		
Colocar o material metálico no fogo. Retire.		

Perguntas:

1. Muito bem! Você acaba de realizar a transmutação do cobre em ouro! Bom, pelo menos é o que parece. Pense que você é um alquimista, e sendo vitalista, acredita em uma força vital que coordena o cosmo. Se você obtivesse esse “metal dourado” em seu laboratório alquímico, você acreditaria que realmente teria transmutado o cobre em ouro? Explique como isso não é difícil de ser aceito.

Construa um texto utilizando a linguagem alquímica, descrevendo os processos que realizou, sob uma perspectiva vitalista.

APÊNDICE D – Questões da entrevista semiestruturada

1. Descreva a experiência de ter participado desta aula.
2. O que você achou do formato da atividade?
3. Você acredita que ela foi bem conduzida?
4. A teoria “conversou” com a prática?
5. Você encontrou alguma dificuldade?
6. Foi interessante? Você se sentiu motivado?
7. O que você aprendeu com este experimento?
8. Qual o papel que o contexto histórico representou para você?
9. Você acredita que essas atividades contribuíram para sua formação? Positiva ou negativamente? Como ela contribuiu? Por que?
10. Você acredita que ela permitiu compreender como é importante conhecer “o contexto da época” de uma determinada teoria?
11. Você acha que deveriam ser desenvolvidas mais aulas nesse formato?
12. Normalmente a ciência é vista como um conhecimento acabado, pronto. Você acredita que com atividades como essa é possível desconstruir essa visão?
13. Faça uma reflexão sobre o processo de construção da ciência.
14. Quais conteúdos vocês acreditam que poderiam ser desenvolvidas com esse viés?
15. Pensando em você como um futuro professor, você utilizaria essa atividade?
16. Você faria algo diferente?

APÊNDICE E - Excertos e Unidades de Significado da Análise Ideográfica

3R.1 Vivências anteriores

2R.1 Experiências anteriores

1R	Título	Unidades de Significado	Excerto	Descrição US
1R.1	Experiências anteriores	A8U6	[...] a gente sempre tinha vontade de ir lá, fazer a coisas, tentar descobrir por que aquilo acontece, como acontece, tentar ver como aquilo acontece, que as vezes só na teoria ali escrito ali não se torna tão interessante [...].	Expõe que quando aluno do ensino médio tinha interesse em fazer experimentos

3R.2 Estrutura da atividade

2R.2 Contribuições da atividade

1R.2				
Desperta interesse e motivação	A1U1	[...] experiência como intrigante [...].	Desperta interesse	
	A1U2	Isso deixou um ar de “o que vai acontecer”	Desperta interesse	
	A1U5	[...] foi interessante, sim me senti motivado a continuar a prática, queria saber onde aquilo tudo ia nos levar, foi bem motivador [...]	Desperta motivação	
	A2U1	[...] Ótima experiência, uma aula bem interessante e diferenciada [...]	Desperta interesse	
	A2U3	[...] Sim foi bem interessante, quando escutei a parte teórica tive mais vontade de realizar a experiência [...].	Desperta interesse e motivação	
	A2U7	[...] Sim, experiências com mais conteúdo histórico por de trás dos experimentos, seria bem interessante e fariam os alunos se motivarem mais [...].	Desperta interesse e motivação	
	A2U2	[...] Achei uma prática bem dinâmica e gostosa de realizar [...].	Satisfação ao ter realizado a atividade	
	A3U2	[...] Na segunda prática eu fiquei mais animada pois íamos fazer experimentos [...]	Desperta interesse	
	A5U1	[...] algo que me deixou extremamente curioso [...]	Desperta interesse	
	A6U1	[...] Achei interessante, bem legal! [...]	Desperta interesse	
	A7U1	[...] Achei bem legal, foi interessante trazer essa ideia da alquimia, ao invés de só fazer um experimento, contar toda essa historia [...].	Desperta interesse	
	A8U5	[...] Ate porque isso, de certa forma, chame a atenção dos alunos	Desperta interesse	
A9U1	[...] ajudou a entender a lógica das coisas, dando assim mais sentido prático. Como trabalhamos com a educação em aula isso deixaria bem mais atrativa com um contexto histórico [...].	História desperta interesse		

		A9U2	[...] É algo muito interessante misturar a história com o conteúdo, além de ser mais interessante ao aluno [...].	História desperta interesse
		A5U2	[...] a aula fosse tão incrível e interessante [...]	Demonstra satisfação ao ter participado da atividade
		A9U3	[...] interessante e atraído pela maneira de se aplicar o conteúdo [...]	Atividade despertou interesse
		A15U3	[...] nos despertou curiosidade e mostrou coisas novas [...]	Despertou curiosidade
		A10U1	[...] Foi muito estimulante [...]	Motivação
		A12U3	[...] pois além de prender nossa atenção, trouxe um conhecimento que é ofertado para poucos [...]	Desperta interesse
		A12U4	[...] Utilizaria essa atividade, pois despertaria a curiosidade de buscar um conhecimento aprofundado em química [...]	Desperta interesse
		A13U1	[...] achei muito interessante [...]	Aula interessante
		A11U2	[...] Acho que foi uma aula para motivar sim os alunos [...]	Motivação
		A17U1	[...]. Foi muito interessante, me senti motivada [...]	Motivação
1R.3	Formação	A2U5	[...] Acredito que contribui positivamente, pois foi uma emenda de conteúdos que poderá ser útil em minha futura aprendizagem [...]	Importante para futuros conteúdos
		A12U1	[...] agrega conhecimento para minha futura carreira profissional [...].	Contribuição para formação profissional
		A15U7	[...] foi muito bom participar dessa atividade porque nos inspira a fazer aulas diferentes quando formos de fato professores [...].	Contribuição para formação profissional
		A14U3	[...] Eu, como uma futura professora, com certeza daria essa atividade para meus alunos, e não mudaria nada [...].	Vontade de realizar experimentos com futuros alunos
		A11U5	[...] seguir este experimento com meus alunos do ensino médio [...]	Vontade de realizar experimentos com futuros alunos

2R.3 Formato da atividade

1R.4	Inovação	A1U4	[...] formato da atividade eu achei inovador [...]	Formato da atividade inovador
		A10U2	[...] devido ao fato de ser algo completamente diferente as aulas de laboratório [...]	formato diferente do usual
		A11U6	[...] Acho que precisamos inovar, e com práticas desse modelo tem uma grande porta para tal inovação [...]	Esse tipo de atividade é inovador
		A6U3	[...] um estilo de aula que facilita, pelo menos no meu caso, a fixação do que foi aplicado [...]	Facilitou a aprendizagem
		A15U6	[...] pois nos tira da rotina da aula e nos da uma visão diferente das coisas [...]	Aula contribuiu para fugir da rotina
		A15U2	[...] teve um princípio filosófico fugindo da química bruta da qual estamos acostumados [...]	Foge do que estamos acostumados
		A11U7	[...] As aulas, principalmente na universidade elas tem totalmente o viés científico por trás delas [...]	Normalmente temos aulas totalmente científicas

1R.5	Necessidade de mais aulas nesse formato	A1U8	[...] sobre a importância do contexto. Sim acho que deveria ser desenvolvidas mais aulas nesse formato, principalmente para alunos do 1° e 2° período [...]	Acredita que deveriam ser desenvolvidas mais aulas como essa
		A15U5	[...] Acredito que uma atividade diferente como está deveria estar mais presente em nossas aulas [...]	Desejo de mais aulas nesse formato
		A12U2	[...] Gostaria que tivéssemos mais aulas como esta [...]	Desejo de mais aulas nesse formato
		A14U2	[...] Adorei o formato da aula, e gostaria muito que tivesse outras aulas nesse formato! [...]	Desejo de mais aulas nesse formato
1R.6	Dificuldades	A3U1	[...] Na primeira parte na qual lemos os textos eu fiquei um pouco perdida por causa da linguagem [...]	Dificuldade quanto à linguagem alegórica da atividade
		A4U2	[...] Por ser uma linguagem antiga, e ser a primeira vez que tivemos isso na aula. Por ser algo novo [...]	Dificuldade quanto à linguagem

3R.3 HFC

2R.4 Importância da HFC

1R.7	Entender o contexto histórico	A1U6	[...] relevância da cosmovisão sobre a interpretação do mundo [...]	importância de conhecer a cosmovisão
		A1U7	[...] importância do contexto histórico no desenvolvimento de uma ideia [...]	importância de se conhecer o contexto histórico
		A8U2	[...] eu acho interessante a gente saber o por que aquilo surgiu, da onde ele surgiu [...]	Interesse em conhecer a historia
		A8U3	[...] interessante a gente ter esse conhecimento, saber pelo o que levou até ter toda a descoberta que a gente tem hoje [...]	Destaca ser importante conhecer os fatos que levaram a tal descoberta
		A4U1	[...] é mais fácil entender quando se entende o que o cientista estava pensando quando estava elaborando a pesquisa. E sem falar que com essa compreensão mais fácil para deduzir os fatos nas próximas aulas [...]	importâncias de se conhecer o contexto histórico
1R.8	Construção	A1U9	[...] muito bom para mostrar sobre como as coisas se constroem, como elas começam, como o contexto, como a visão das pessoas da época influenciam no desenvolvimento de ideias [...]	Cita importâncias de se conhecer a história
		A6U5	[...] pois mostra que para chegar a todo esse conhecimento que temos hoje precisou de muito tempo para que pudesse ser aprimorado, e de uma forma bem dificultosa. Mostra que se hoje parece simples, nem sempre foi assim [...]	Mostra o processo de construção
		A6U4	[...] mostra que com o passar do tempo a forma de pensar e agir sofre uma grande modificação [...]	A atividade ajudou a dizer que uma ideia é mutável
		A15U8	[...] Entender o contexto histórico é muito importante porque nos mostra como chegamos até os	Entender o contexto histórico

			resultados que temos hoje em dia , nos mostra uma certa evolução do conhecimento , do que foi feito no passado para que se chegasse ao conhecimento atual [...]	mostra processo de evolução do conhecimento
1R.9	Relação teoria e prática	A2U6	[...] Sim, entendendo melhor a época, fica mais fácil de entender a relação entre a teoria e a prática [...]	Importância de se conhecer o contexto histórico
		A16U2	[...] facilitou bastante para compreender o experimento [...]	Importância da historia
		A8U4	[...] além da gente ver aquilo lá na teoria a gente vê como acontece, vê como é realizado na prática [...]	União entre teoria e prática facilita o aprendizado.
1R.10	Diminui abstração	A3U3	[...] É importante conhecer o contexto pra você colocar em pratica e entender melhor e ver que aquilo faz sentido, porque se você tiver só os conceitos e não colocar em prática você fica “ué, pra que que serve isso”? [...]	Importâncias de se conhecer o contexto histórico
		A5U6	[...] Apenas ler sobre tal pessoa, tal químico, acaba nos dando uma noção muito superficial [...]	Considera que apenas ler sobre tal pessoa, tal químico, acaba nos dando uma noção muito superficial.
		A12U5	[...] Foi importante o contexto histórico, para entender desde o início o processo da alquimia, e é importante passar para os alunos, para que não fique algo muito abstrato [...]	Entender o contexto histórico para diminuir abstração
		A17U2	[...] A atividade ficou mais clara conhecendo o contexto histórico [...]	Importância da historia
		A16U3	[...] Contar a história de como a pessoa chegou aquele resultado é importante para compreendermos toda matéria de forma eficaz [...]	Importância da historia
		A14U1	[...] O contexto histórico para mim representou muito [...]	Importância de conhecer o contexto histórico
1R.11	Aprender sobre a origem da química	A2U4	[...] Acredito ter aprendido mais sobre a ideia alquimista, o que eles buscavam, o que almejavam ter como resultado em suas experiências [...]	Demonstra ter aprendido sobre a alquimia
		A6U2	[...] Também conhecemos um pouco mais sobre a história dela [...]	Conhecer um pouco da historia da química
		A8U1	[...] Interessante também para entender de como começou a surgir a química [...]	Contribuiu para entender sobre o início da química
		A10U3	[...] Contribuiu para ter uma visão diferente da química de hoje, e valorizar e conhecer os primeiros estudos da química [...]	Importância em se conhecer o contexto histórico
		A11U4	[...] Foi um conhecimento a mais que eu tive [...]	Atividade forneceu conhecimento
		A16U1	[...] Eu achei importante a aula, pois nos mostrou e ensinou um pouco sobre a química antiga [...]	Conhecimento da historia
		A1U10	[...] historia da alquimia, para melhor compreensão da química que temos atualmente, achei bem legal [...]	traz melhor compreensão da química moderna
1R.12	Pensar como o cientista	A4U3	[...] Essa atividade ajuda a compreender como era pensamentos, linguagem e como eles acreditavam naquela época, como foi que eles chegaram ali, agindo como eles agiram. E sabendo como eles pensavam [...]	Atividade contribuiu para compreender como os alquimistas agiam, pensavam...

	A5U3	[...] quando fomos encaixando todas nossas ações em laboratório, junto com as instruções que o professor nos passou, aos poucos fomos assemelhando, e entendendo a maneira que os alquimistas agiam, suas crenças, e a maneira na qual pensavam e agiam [...]	Destaca ter agido como alquimista
	A5U4	[...] ao fim, sai do laboratório me sentindo um verdadeiro alquimista, e ficando mais curioso em descobrir mais sobre esses antigos químicos [...]	Destaca ter agido como alquimista
	A5U5	[...] essa experiência, nos coloca no lugar de nossos antepassados químicos nos fazendo entender o que eles passavam, o que estava na cabeça deles quando praticavam essas experiências [...]	Destaca ter agido como alquimista
	A5U7	[...] Mas nós colocarmos no lugar deles, isso sim expande o pensamento [...]	Pensar/agir como o cientista da época expande pensamentos.
	A11U1	[...] trabalhamos acreditando que o universo estaria a nosso favor, que os planetas, os astros estariam em tal forma que influenciaria na obtenção de êxito, determinada experiência [...]	Sentimento de pensar como um alquimista
	A11U3	[...] O contexto histórico faz com que nós tenhamos uma base de como era o pensamento dos alquimistas [...]	Importância de conhecer o contexto histórico

ANEXO

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**Título da pesquisa: A EXPERIMENTAÇÃO E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA: AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE ENSINO APLICADA À LICENCIATURA**

Pesquisador (es/as) ou outro (a) profissional responsável pela pesquisa, com Endereços e Telefones:

José Bento Suart Júnior

Rua : Santo Antônio, 147, Apucarana, Paraná, Brasil – CEP 86808-047

Telefone : 043-98481-0181

Ellen Aparecida Marangoni

Rua José Francisco dos Santos, 239, Rio Bom, Paraná, Brasil – CEP 86830 000

Local de realização da pesquisa:

UTFPR- Campus Apucarana

Telefone: 043-3162-1200

R. Marcílio Dias, 635 - Jardim Paraiso, Apucarana - PR, 86812-460

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “**A EXPERIMENTAÇÃO E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA: AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE ENSINO APLICADA À LICENCIATURA**”.

Esta pesquisa se refere à produção de atividades didáticas inovadoras com objetivo de promover um ambiente de ensino-aprendizagem mais significativo. Para tal, a proposta é a de inovar aulas experimentais no interior do curso de Licenciatura em Química integrando aos experimentos contextos históricos relativos aos conceitos químicos discutidos no desenvolvimento da atividade prática além de promover uma organização didática diferenciada do modelo tradicional de roteiros e execução costumeiramente utilizados nos cursos de laboratório, sendo para isto escolhidas algumas disciplinas do curso com o prévio acordo do professor responsável.

Esta pesquisa deverá acontecer em dois momentos:

- Inicialmente o docente responsável e a aluna pesquisadora, em conjunto, organizam os contextos históricos em formato de textos com informações relevantes para o experimento escolhido, assim como projetam uma forma mais dinâmica de executar os procedimentos laboratoriais utilizando também elementos históricos. A aula será então ministrada no interior do curso de licenciatura em Química nas disciplinas iniciais relacionadas a conteúdos de Química em concordância com o currículo da mesma e sob consentimento do professor responsável pela mesma.
- Em um segundo momento é proposta a avaliação da metodologia desenvolvida e aplicada a partir daqueles que estiveram envolvidos com a atividade didática. Esta avaliação se dará a partir da solicitação aos participantes da aula, de um relato livre sobre suas impressões acerca do desenvolvimento da atividade, do contexto histórico utilizado, do valor didático do mesmo, e do experimento escolhido assim como das discussões efetuadas ao longo da atividade didática.

É para este segundo momento que gostaríamos de contar com sua colaboração voluntária, uma vez que a disciplina da qual você é aluno foi escolhida para uma destas atividades uma vez que o professor responsável concordou com a inserção desta pesquisa.. Caso você decida

não participar da pesquisa, você não sofrerá represálias ou qualquer dano emocional ou didático.

1. Apresentação da pesquisa.

A presente pesquisa intitulada “**A EXPERIMENTAÇÃO E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA: AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE ENSINO APLICADA À LICENCIATURA**” compreende um estudo educacional que visa avaliar as contribuições de uma sequência didática - conjunto de aulas organizadas – construída utilizando a união de contextos históricos da química e experimentos laboratoriais em processos de ensino-aprendizagem de conceitos químicos.

São já notórias no campo de pesquisa em ensino de ciências as defesas em relação ao uso da experimentação e da história da ciência no ensino-aprendizagem de conceitos científicos e para a construção de uma imagem mais crítica acerca da natureza da atividade científica.

Desta forma esta pesquisa busca articular ambas metodologias em uma sequência didática buscando compreender como os participantes alvos de tal articulação, efetivada em formato de sequência didática, compreendem diferentes contribuições conceituais, filosóficas, metodológicas, procedimentais e atitudinais a partir de tal proposta.

A forma para a compreensão aqui escolhida é a Fenomenologia, que procura no interior das descrições, dadas por participantes de uma determinada situação vivenciada, investigar quais os significados dados por estes à tal vivência.. Para o caso de uma nova metodologia educacional, a Fenomenologia permite construir uma estrutura sobre a execução da atividade e elucidar quais pontos foram positivos e negativos no desenvolvimento da mesma, permitindo progressos em relação aos processos de ensino e aprendizagem

A forma para a compreensão aqui escolhida é a Fenomenologia, que procura no interior das descrições, dadas por participantes de uma determinada situação vivenciada, investigar quais os significados dados por estes à tal vivência.. Para o caso de uma nova metodologia educacional, a Fenomenologia permite construir uma estrutura sobre a execução da atividade e elucidar quais pontos foram positivos e negativos no desenvolvimento da mesma, permitindo progressos em relação aos processos de ensino e aprendizagem.

2. Objetivos da pesquisa.

O principal objetivo desta pesquisa é verificar se a organização de experimentos de laboratório combinados com textos que descrevem os percursos históricos dos conceitos trabalhados pode potencializar a aprendizagem dos mesmos e quais são os principais aspectos que especificamente contribuem para tal.

3. Participação na pesquisa.

Você está sendo convidado a participar desta pesquisa uma vez que você é aluno de uma das disciplinas escolhidas para a introdução das sequências didáticas elaboradas combinando experimentação e história da ciência. A atividade acontecerá nesta disciplina uma vez que o professor responsável está em total acordo com o desenvolvimento desta atividade, pois o conteúdo da mesma está de acordo com o ementário e as finalidades da disciplina.

Sua participação se refere a integrar o grupo de alunos que participará da aula e aos quais, posteriormente, será solicitado um relato individual livre sobre a participação da atividade, através de uma entrevista semiestruturada, cujo áudio será captado e utilizado em análises posteriores. A entrevista semiestruturada não contém perguntas definidas, mas permite ao entrevistador intervir sempre que achar necessário solicitando maiores detalhes sobre algum aspecto ou então suscitar temáticas convenientes aos objetivos da pesquisa.

Neste sentido, nós os pesquisadores, estamos interessados na sua percepção dos seguintes aspectos referentes à atividade didática:

- Adequação da escolha do contexto histórico
- Adequação da escolha do experimento
- Organização e dinâmica da atividade didática
- Conteúdo do texto histórico
- Conteúdo conceitual do experimento
- Organização e dinâmica das discussões sobre o conteúdo histórico e sobre o experimento
- Motivação para participar das atividades
- Ambiente argumentativo proporcionado pela atividade
- Contribuições para a formação de saberes profissionais ligados à docência

Retomando então, na presente pesquisa sua participação se dará em dois momentos. Primeiramente com sua presença e participação na atividade didática planejada, que será desenvolvida dentro de uma das aulas experimentais da disciplina escolhida, na qual você se encontra matriculado. Reafirmamos não haver prejuízo didático pois a atividade só acontece nesta disciplina porque o professor responsável pela mesma concordou com a inserção desta atividade no currículo pela compatibilidade de conteúdos. As atividades didáticas serão executadas em grupo, como geralmente ocorre nas aulas de laboratório do curso de Licenciatura em Química. Em um segundo momento, posterior a sua participação na atividade didática, será solicitado a você um relato descritivo, em formato livre, cujo áudio será gravado. Durante seu relato, intervenções de um dos pesquisadores que conduzirá a gravação podem ocorrer, somente se ele verificar a necessidade de você aprofundar sua percepção sobre algum dos temas mencionados acima.

4. Confidencialidade.

Garantimos total confidencialidade e privacidade dos dados dos participantes uma vez que os mesmos não serão identificados por seus nomes, mas sim por códigos de referência. Os dados utilizados referem-se às descrições dadas pelos participantes em relação à atividade proposta a partir de seu ponto de vista.

5. Riscos e Benefícios.

5a) Riscos:

Declaramos que não há riscos à integridade física ou moral dos participantes, uma vez que os dados solicitados, referem-se à atividade proposta e seu desenvolvimento. Assim, destaca-se que somente os desconfortos emocionais referente à sua própria motivação em participar da avaliação das atividades ao longo da entrevista, pode ser considerado um risco de caráter mínimo. Uma vez que a participação nesta pesquisa é voluntária, espera-se que aqueles que visam contribuir possam ultrapassar tal obstáculo, ou caso contrário, é possível que o mesmo solicite a sua retirada voluntária desta pesquisa a qualquer momento sem quaisquer danos de cunho financeiro, didático ou emocional.

Ainda assim, ressalta-se, **em caso de algum desconforto, ou mal estar, o participante será encaminhado ao serviço de atendimento médico mais próximo do local da realização da pesquisa, pelos responsáveis do estudo.**

5b) Benefícios:

Os benefícios diretos encontram-se na participação dos alunos de uma atividade educacional inovadora e culturalmente enriquecedora, que caso avaliada de forma positiva será defendida como modelo de ensino-aprendizagem no interior de aulas experimentais do curso de Licenciatura em Química.

6. Critérios de inclusão e exclusão.**6a) Inclusão:**

O critério de inclusão a ser utilizado aqui é o de que o aluno participante da entrevista deve ser maior de 18 anos e regularmente matriculado no curso de Licenciatura em Química da UTFPR – Campus Apucarana cursando a disciplina técnico-científica em que será aplicada a atividade didático-pedagógica, decidindo voluntariamente participar desta pesquisa.. Ou seja, ainda que o aluno esteja no interior do grupo de alunos pertencentes à disciplina em que a pesquisa será realizada, é voluntária a participação nas entrevistas sobre a atividade, os quais serão utilizados na análise desta pesquisa.

Nenhum dado será coletado durante a execução dos experimentos, ou seja, não haverá gravação de vídeo ou áudio ao longo da execução dos experimentos.

6b) Exclusão:

Não se aplica.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

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

() quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : _____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

8. Ressarcimento e indenização.

A presente pesquisa não apresenta custos para os seus participantes. Assim sendo fica isenta de eventuais ressarcimentos neste sentido. Uma vez que os dados coletados para a pesquisa se caracterizam como descrições sobre a atividade em si dadas pelos próprios participantes, não se encontram situações propícias a ocasionar danos de natureza material ou ainda moral, assegurando-se ainda a confidencialidade dos dados e das identidades dos participantes.

Contudo, cabe ainda esclarecer que a Resolução 466/12 de 12 de dezembro de 2012 ressalta o direito ao participante de reclamar indenização e ou ressarcimento julgue devido, tal como admite o item V7 da mesma:

V7- Os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, têm direito à indenização, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR).

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

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

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome Completo: _____
 RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/___ Telefone: _____
 Endereço: _____
 CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____
 Assinatura: _____ Data: ___/___/___

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

Nome completo: _____
 Assinatura pesquisador (a): _____ Data: ___/___/___
 (ou seu representante)

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com José Bento Suart Júnior, via e-mail: suart@utfpr.edu.br ou telefone: (43) 3162-1200.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **E-mail:** coep@utfpr.edu.br