



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNABUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

CICERA GONDIM DE LIMA

**ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DE UM ESTUDO DE CASO ABORDANDO
CONTROVÉRSIAS HISTÓRICAS PARA AS DISCUSSÕES SOBRE NATUREZA
DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

SERRA TALHADA

2019

CICERA GONDIM DE LIMA

**ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DE UM ESTUDO DE CASO ABORDANDO
CONTROVÉRSIAS HISTÓRICAS PARA AS DISCUSSÕES SOBRE NATUREZA
DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciada em Química, do curso de Química Licenciatura da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientadora: Prof.^a Me. Cristiane Martins da Silva

SERRA TALHADA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

L732a Lima, Cicera Gondim de

Análise das contribuições de um estudo de caso abordando controvérsias históricas para as discussões sobre natureza da ciência na formação inicial de professores de química

L / Cicera Gondim de Lima. – Serra Talhada, 2019.

39 f.: il.

Orientadora: Cristiane Martins da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referências e anexo.

1. Química - História. 2. Ciência - História. 3. Professores de química - Formação. I. Silva, Cristiane Martins da, orient. II. Título.

**ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DE UM ESTUDO DE CASO ABORDANDO
CONTROVÉRSIAS HISTÓRICAS PARA AS DISCUSSÕES SOBRE NATUREZA
DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

CICERA GONDIM DE LIMA

Aprovada em _____/_____/_

BANCA AVALIADORA

Prof.^a Me. Cristiane Martins da Silva (orientador)
UFRPE/UAST

Prof.^a Dr.^a Flávia Cristiane Vieira da Silva (1^º avaliador)
UFRPE/UAST

Prof. Me. Roberto Carlos Silva dos Santos (2^a avaliador)
UFRPE/UAST

SERRA TALHADA

2019

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer e dizer que sou imensamente grata a minha orientadora, Cristiane Martins por toda a paciência, orientação e conselhos, e agradecer a força que ela me deu numa fase da minha vida tão turbulenta. Obrigada a Deus por me fazer forte e ter me dado tanta sabedoria, pois estive a ponto de desistir, a caminhada não é fácil mas quando temos pessoas especiais ao nosso lado ela se torna bem mais suportável, e posso dizer que pessoas especiais não faltaram nessa minha caminhada pois tive e tenho minha mãezinhas sempre do meu lado, me dando força com aquele jeitinho bem peculiar de ser, por ela estou aqui, encerrando mais um ciclo, graças a força, o caráter e a simplicidade que ela tem e com tanto amor e empenho me ensinou. Minhas irmãs. Cecilia, Cida, Fatima, Mariana e em especial Iraci Gondim, por todo apoio, carinho e paciência.

Minha amiga e avó da minha filha que esteve comigo em todos os momentos, aqueles que pensei que não ia conseguir, ela estava ali, me apoiando, me encorajando, me fazendo forte, me fazendo rir e cuidando da minha filha muitas e muitas noites enquanto estudava, ao meu eterno amigo e segundo pai, que tanto me ensinou, pelo carinho, cuidados e conselhos. OBRIGADA que DEUS o tenha em sua infinita glória. A Victor, Vinicius, Letícia e Jéssica que amam e cuidam tão bem da minha filha, os mais simples gestos é o que mais valorizo, e para mim, é o que tem mais importância.

Meus amigos que fiz durante a graduação, sei que posso contar sempre, João, Sebastião, Jessica Priscilla, Laiane Keila, Juliana Simplício, Letícia Gomes, Leocassia Lopes que mesmo perto e ao mesmo tempo longe, sei que torce muito por mim, me dar força, conselhos e a todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente, seja com palavras de apoio, seja com simples gestos de carinho. E nada acontece por acaso, as vezes o que nos direciona são escolhas, seja elas boas ou ruins, com isso acredito que nossas escolhas definem nosso futuro. Por isso escolhi ser forte, e correr atrás do melhor futuro que eu e minha filha podemos ter, por isso estou aqui, sei que muitos desafios estão por vir mas sigo confiante por que tenho “fé no meu DEUS”, que me motiva e me direciona para o melhor caminho, devo a ele minha paz, minha saúde, minha família, minha vida, e a vida da minha filha... Obrigada DEUS!

RESUMO

Muitas pesquisas na área de ensino de química apontam a importância da inclusão da história da ciência nas disciplinas científicas. O ensino da história da ciência não só auxilia no entendimento sobre ciência e seu desenvolvimento, mas também a forma que os alunos irão se expressar, expor suas opiniões. Assim, esse trabalho tem o objetivo de analisar as contribuições de um estudo de caso contendo controvérsias históricas sobre a teoria de valência para as discussões sobre a natureza da ciência. Para isso, foi aplicado um estudo de caso contendo uma controvérsia histórica sobre o desenvolvimento da teoria de valência em uma turma de História da Química do curso de Licenciatura em Química da UFRPE/UAST. Além do estudo de caso, que foi filmado, a fim de analisar as discussões realizadas pelos licenciandos. Foram aplicados também um questionário inicial e final com o intuito de verificar as concepções prévias e o aprendizado esperado ao término da intervenção do caso. Os resultados indicam que o estudo de caso favoreceu que algumas discussões sobre natureza da ciência surgissem durante as discussões, o que indica que esta é uma boa estratégia para estabelecer diálogos sobre ciência.

Palavras Chave: Estudo de caso; Natureza da Ciência; História da Ciência;

ABSTRACT

Many researches in the field of chemistry teaching point out the importance of including the history of science in scientific disciplines. Certainly, the teaching of the history of science not only helps in understanding about science and its development, but also the way students will express themselves, exposing their opinions. Thus, this paper aims to analyze the contributions of a case study containing historical controversies on the theory of valence for discussions about the nature of science. For that, a case study containing a historical controversy on the development of valence theory was applied in a History of Chemistry class of the UFRPE / UAST Chemistry undergraduate course. In addition to the case study, which was filmed, in order to analyze the discussions carried out by the licensees, an initial and final questionnaire was also applied in order to verify the students' knowledge. The results indicate that the case study favored some discussions about the nature of science to emerge during case discussions, which indicates the historical case study as a good strategy for discussions about science.

Keywords: Case study; Nature of Science; History of Science

=-

Sumário

1- Introdução	1
2- Problema da pesquisa	3
2.1- Objetivo Geral	3
2.2- Objetivos específicos	3
3 – REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1- ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE CIÊNCIA E CONHECIMENTO CIENTÍFICO	4
3.2- ABORDANDO A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E SUA CONTRIBUIÇÃO NO ENTENDIMENTO DA NATUREZA DA CIÊNCIA	8
3.3- NATUREZA DA CIENCIA E A PRÁTICA DOCENTE	11
3.4 BREVE ABORDAGEM SOBRE O CASO HISTÓRICO: LEWIS VS. LANGMUIR: E A TEORIA DE LIGAÇÃO DE VALENCIA (pontos principais do estudo de caso aplicado em sala de aula).	12
4. METODOLOGIA.....	16
4.1- CONTEXTO DA PESQUISA	16
4.2- COLETA DE DADOS	17
4.3- ANÁLISE DOS DADOS	19
5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
5.1- Questionário inicial: analisar os conhecimentos sobre descoberta:	20
5.2- Discussões sobre o caso e aspectos sobre NdC apresentados pelos estudantes	22
5.3- Questionário final: analisar o entendimento sobre ciência dos alunos após a aplicação do caso histórico.	25
6 – CONCLUSÃO	27
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
7- ANEXOS	30

1- Introdução

No ensino de Química, a necessidade de que os professores compreendam a natureza da ciência (NdC) tem se tornado cada vez maior, considerando, principalmente, a necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, a fim de torná-los cidadãos críticos e capazes de tomar decisões conscientes sobre questões científicas presentes no seu cotidiano (SANTOS; MORTIMER, 2002). Para isso, pesquisadores da área tem produzido pesquisas com a intenção de trazer abordagens relevantes sobre o assunto, assim como estratégias promissoras que possibilitem discussões significativas em relação a ciência.

Tal fato se torna necessário devido à complexidade das questões científicas e das diversas visões deformadas sobre o assunto entre estudantes e até mesmo entre professores em formação e em serviço, encontradas na literatura (BARROS; SILVA, 2017). Essas concepções errôneas têm causado entendimentos simplistas sobre o papel dos cientistas e sobre o trabalho científico, dificultando o entendimento sobre as peculiaridades da ciência. Dessa forma, é importante quebrar os paradigmas de que a ciência tem caráter individualista e elitista; de que o cientista é um gênio solitário e vive no laboratório de jaleco; que suas descobertas são individuais, e que a obtenção dos resultados é positivista (GIL PEREZ, et. al. 2001).

Esses tipos de visões deformadas da ciência ocorrem principalmente entre os docentes e estudantes, a partir da mídia e/ou pela sociedade que aceitam as questões científicas cotidianas sem se opor ou por não ter uma visão crítica sobre o que lhes é imposto. Além disso, a falta de discussões mais amplas sobre ciência em sala de aula, prejudicam que as pessoas tenham visões mais abrangentes e críticas sobre o papel da ciência e a sua presença no cotidiano (SILVA E JUSTI, 2015).

Ter uma visão crítica não é apenas ser a favor ou contra um acontecimento histórico, físico, químico ou biológico, mais que isso, é entender todo o processo envolvendo os acontecimentos, seja ele histórico ou empírico.

Para o aluno, essa visão crítica sobre ciência só será possível a partir do momento que ele começar a entender a natureza da ciência por completo, não por fatias, mas pelo início de tudo, como surgiu tal conceito e lei, quais as dificuldades envolvidas e como chegaram ao resultado final, levando em conta que o ensino de ciência não ocorre de forma linear e desmistificando a ciência como um conhecimento dogmático, linear, puramente acumulativo (PORTO, 2010).

No entanto, estudos e discussões sobre o assunto afirmam que para adquirir um conhecimento científico de qualidade deve-se existir metodologias e estratégias para inclusão mais aprofundada sobre o ensino de ciências, levando em consideração o ensino e aprendizagem de química e que o professor saiba discutir essas questões. Dentre essas estratégias, o estudo de caso histórico se constitui como uma possibilidade frutífera para as discussões sobre ciência (PORTO, 2010),

[...] definimos estudos de caso como a análise, com certa profundidade, de algum episódio bem delimitado da História da Ciência. Trabalhar com estudos de caso é essencialmente diferente de empregar a História da Ciência apenas para “ilustrar” algum conteúdo que está sendo estudado, por exemplo, citando apenas datas de acontecimentos, ou nomes dos químicos envolvidos em alguma descoberta ou invenção, ou curiosidades sobre sua vida pessoal etc. Essas "ilustrações" não contextualizam de fato, não contribuem para a compreensão do conteúdo, e tampouco contribuem para o aluno compreender o processo de construção da ciência [...] (PORTO, 2010, p. 174).

Como afirma Porto (2010), o estudo de caso vai muito além de mostrar aos alunos nomes dos cientistas ou meras datas, o estudo de caso propõe um estudo mais abrangente onde não se omite nenhum aspecto do caminho percorrido pelo cientista, assim o aluno vai ter uma compreensão mais contextualizada sobre o processo de construção da ciência.

Por isso, este trabalho tem o objetivo de analisar a inserção de aspectos da NdC na formação inicial de professores de química a partir de um caso hitorico.

2- PROBLEMA DA PESQUISA

- Quais os potenciais de um estudo de caso histórico para as discussões e reflexões sobre natureza da ciência juntos aos licenciandos em Química?

2.1- Objetivo Geral

- Analisar como um caso histórico abordando as controvérsias sobre a divulgação e autoria da teoria de valência, aplicado a licenciandos em química favoreceu as reflexões e discussões sobre NdC em sala de aula.

2.2- Objetivos específicos

- Analisar as discussões que emergem entre licenciandos quando envolvidos em um caso histórico sobre NdC;
- Avaliar as contribuições da inserção do caso proposto na formação dos licenciandos participantes da pesquisa.

3 – REFERENCIAL TEÓRICO

3.1- ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE CIÊNCIA E CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Para a ciência não existe uma definição exata, pois há uma grande falta de consenso acerca da sua natureza, principalmente entre os historiadores e filósofos da ciência (OLIVEIRA, 2017). A ausência de consenso no âmbito da Filosofia e Sociologia da Ciência em relação à imagem mais adequada de ciência e sua construção não causa surpresa, considerando-se o caráter complexo e dinâmico que caracteriza a atividade científica (ACEVEDO et al., 2005). O reconhecimento deste fato, no entanto, não impede a aceitação de alguma concordância sobre certos aspectos da natureza da ciência (NdC) que podem ser norteadores das discussões na educação em ciências e das pesquisas realizadas sobre o tema (GIL-PÉREZ et al, 2001).

No entanto, diante dessa falta de consenso existe muitas visões equivocadas sobre ciência e o conhecimento científico e ainda concepções do senso comum que muitas vezes só fortalecem as visões distorcidas sobre NdC. Dentre as visões distorcidas sobre ciência e seu conhecimento, estas são as mais populares: O conhecimento científico é o mais correto pois é um conhecimento provado; as teorias científicas são obtidas rigorosamente por observação e experimento; ciência é o que podemos ver, tocar ouvir etc.; especulações, opiniões ou preferências pessoais não tem lugar na ciência; a ciência é objetiva sem margem para erros, ou seja, o conhecimento científico é um conhecimento pronto e acabado (MOURA, 2014).

As visões deformadas, e uma concepção alternativa sobre o conhecimento científico, acontecem por diversos fatores entre eles está a formação dos professores e os métodos tradicionalistas do ensino/aprendizagem.

De acordo com Gil Peres (2001) existem sete grandes visões deformadas de ciência e do cientista:

- a. Uma visão denominada de concepção empírico indutivista e a-teórica.

Visão dos professores de uma ciência feita com “neutralidade” na observação e na experimentação, sendo a experimentação a única forma de

atividade científica aceita. Deixa de lado as hipóteses, as quais orientam a investigação pelo excesso de ênfase nas teorias para a formação do conhecimento científico.

b. Visão rígida e dogmática da ciência.

Segundo Cachapuz et. al. (2005), essa é um tipo de visão que tem a ciência como um conhecimento absoluto, onde não tem espaço para dúvidas, tentativas ou criatividade. Comum entre a maioria dos estudantes do ensino básico e até mesmo aos universitários.

Contudo é importante salientar que a ciência não é uma verdade absoluta, pois as leis e teorias estão sujeitas a mudanças, afirmativas científicas podem ser modificadas quando surge novas evidências, ou quando já não estão conseguindo explicar tal fenômeno, essas modificações ocorrem a partir do avanço da teoria, tecnologia e sociedade.

Um exemplo simples disso é a evolução dos modelos atômicos desde as primeiras ideias dos filósofos Leucipo e Demócrito que levantaram a hipótese que tudo seria formado por pequenas partículas indivisíveis, eles denominaram de átomos, as ideias não foram muito bem aceitas pelos filósofos da época, então foram substituídas por outra ideias como as de Aristóteles que perduraram por bastante tempo, só depois de muito tempo outras ideias e modelos foram propostos por Dalton, Thomson e Rutheford, até chegar no modelo atômico de Rutheford-Bohr, que é um modelo que consegue explicar corretamente o comportamento do átomo e os elétrons.

c. Uma visão dogmática e fechada.

Ter a ciência como um dogma a ser seguido leva a ter uma visão de ciência extremamente equivocada, e ainda mais quando omite os avanços da sua trajetória. É importante ter em mente que conhecimento científico não é formado de um dia para o outro, isso leva um determinado tempo, pois surgem imprevistos, “erros”, ou falta de recursos. Os cientistas podem parar suas pesquisas e dar início a outras, e após surgir alguma nova teoria ou trabalho de outro cientista, retomam, dando continuidade, com novos conhecimentos e assim terminam seus trabalhos. Existem muitos fatores como por exemplo a economia, cultura, aspectos pessoais

dos cientistas, e muitos outros que influenciam o trabalho científico até a aceitação de uma lei ou teoria pela comunidade científica. (LIMA, 2018)

Um exemplo bem simples é o fato de Lewis ter baseado seu trabalho nos estudos e teoria formuladas por Richard Abegg, escreveu e publicou em seu clássico trabalho “O átomo e a molécula”, no qual explica através de átomos cúbicos a valência e as ligações químicas. Porém, não foi acolhido com entusiasmo pela comunidade científica durante vários anos e foi deixado de lado. Tal circunstância mudou quando o cientista Irving Langmuir leu e viu que a teoria era bem completa. A partir daí a teoria de valência começou a ser conhecida e, depois de muitos acontecimentos foi aceita, e é muito usada desde então. (FILGUERAS, 2016)

d. A visão exclusivamente analítica.

“Essa visão tem caráter limitado e simplificador, está associada a um papel incorreto do processo científico, e uma apreciação demasiadamente equivocada sobre a análise do processo científico, tende a simplificar e controlar rigorosamente condições pré-estabelecidas. Do processo científico, levando a ciência a um patamar de simplicidade, facilidade. O que é totalmente contrário, pois a ciência e seu processo é um tanto complexo, exige paciência, e cuidado, anos de estudos, pesquisas e tentativas.” (GIL-PÉREZ, 1991).

e. Uma visão acumulativa e linear.

Esta visão deformada é complementar a uma visão rígida ou algorítmica, ainda que devam ser diferenciadas: enquanto a visão rígida algorítmica se refere como se concebe a realização de uma investigação, a visão acumulativa é um entendimento simplista da evolução dos conhecimentos ao longo do tempo, como fruto de investigações realizadas em determinado campo. Esta visão apresenta as teorias hoje aceitas sem mostrar o processo do seu desenvolvimento, nem expõe as frequentes confrontações entre teorias rivais, e não levam em conta os complexos processos de mudança que incluem autenticas revoluções científicas (CACHAPUZ et. al., 2005).

f. Visão individualista e elitista da ciência.

Em seu livro “Valencia e a estrutura de átomos e moléculas”, Lewis deixa claro a participação dos seus colegas e alunos em suas descobertas. Por isso na introdução do livro ele escreve:

"A meus colegas e estudantes da universidade da Califórnia, sem cuja ajuda este livro não teria sido escrito, em nossos muitos anos de discussão dos problemas de estrutura atômica e molecular das ideias aqui apresentadas surgiram do grupo, ao invés de um indivíduo; de modo que, num certo sentido eu sou apenas o editor desse grupo". (FILGUEIRAS, 2016).

Desse modo não existe individualismo na ciência, em uma pesquisa científica ou a elaboração de uma teoria, tem sempre muitos cientistas envolvidos, um ajudando o trabalho de outro de forma colaborativa. A produção do conhecimento científico ocorre através da cooperação entre vários cientistas, seja no mesmo espaço físico, na mesma equipe de trabalho ou utilizando-se dos conhecimentos produzidos por outros cientistas em momentos anteriores (OLIVEIRA, 2017).

Outro ponto que apresenta essa visão elitista é em relação ao papel da mulher na ciência. Para deixar claro, grandes mulheres fizeram grandes contribuições para o desenvolvimento da ciência. Entre elas Carvalho e Casagrande (2011) mencionam algumas que se encontram abaixo:

- *Marie Curier* (1867 – 1936) que conduziu pesquisas pioneiras no ramo da radioatividade, encontrou dois novos elementos químicos, o rádio e o polônio. Além de ter sido a primeira mulher a receber um Nobel, Marie foi também a primeira pessoa a ser laureada duas vezes com a honraria: o Nobel de Física em 1903 e o Nobel de Química em 1911.

- *Gertrude Elion* (1918-1999) bioquímica americana especialista em tratamentos de leucemia e gota, Gertrude conseguiu desenvolver medicamentos para estas doenças. Além disso, descobriu novos princípios da quimioterapia.

- *Jane Goodall* (1934) pesquisadora britânica que ganhou fama no mundo inteiro por conta dos seus estudos com os chimpanzés, hoje a ciência comprehende cada vez mais a real dimensão da cultura e as formas de raciocínio dos primatas graças a seus estudos.

- *Anne-Marie Paulze Lavoisier* (1758-1836) teve uma grande contribuição nas pesquisas de Antoine Lavoisier. Ela sempre ajudou o esposo em muitas de suas pesquisas: Traduzia os textos do inglês e do latim para o francês, o que possibilitou

que Lavoisier tivesse acesso a diversas discussões científicas da época, entre elas sobre o flogisto.

- *Mayana Zatz (1947)* A geneticista brasileira é um dos maiores nomes nos estudos de doenças neuromusculares é tida também como uma autoridade nas pesquisas com células-tronco. Hoje é diretora do Centro de Estudos do Genoma Humano na Universidade de São Paulo (USP). (CASAGRANDE, 2011)

g. Uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência.

De acordo com essa visão a ciência é tida como socialmente neutra e isolada, do meio em que é produzida. Os cientistas não conduzem suas pesquisas de forma neutra, por que seus conhecimentos prévios, experiências, expectativas e crenças influenciam a forma como coletam, observam, e interpretam os dados ou como escolhem suas questões de pesquisa, isso quer dizer que o conhecimento científico é influenciado pelo contexto cultural e social, fatores políticos, socioeconômico, filosofia e religião (Gil-Pérez et al., 2001, p. 131-133).

Fernández (2002), destaca que essas concepções não são diferentes, mas em geral aparecem associadas entre si como concepções denominadas ingênuas da ciência, totalmente disseminada e aceita. Essas concepções são aceitas pelo fato de que a sociedade não teve e não tem uma alfabetização científica de qualidade, que pudesse reestruturar e reavaliar os métodos de ensino/aprendizagem para que tais imagens equivocadas fossem dizimadas. E para que essas visões sejam superadas elas precisam estar entre os objetivos dos educadores em ciência nos diferentes níveis de ensino.

3.2- ABORDANDO A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E SUA CONTRIBUIÇÃO NO ENTENDIMENTO DA NATUREZA DA CIÊNCIA

A história da ciência (HC) pode ser considerada tanto um conteúdo a ser estudado em disciplinas científicas, quanto uma estratégia metodológica para compreender os conhecimentos científicos Martins (2007). Nesse sentido, a educação científica tradicional vem recebido muitas críticas e muitas abordagens didáticas têm sido propostas, como a abordagem contextual ou liberal, que propõe

uma educação científica informada pela História e Filosofia da ciência (MATTHEWS, 1994). Apesar de que, essa abordagem vem sendo utilizada desde as primeiras décadas do século XX, mas apenas no final da década de 40 teve uma maior repercussão.

Inclusão da História da Ciência no ensino tem razões que se fundamentam na Filosofia e Epistemologia e a própria concepção de ciência adotada interfere na seleção e abordagem dos conteúdos. Considera-se que a incorporação de um maior conteúdo de História, Filosofia e Sociologia da Ciência nos currículos pode contribuir para a humanização do ensino científico, facilitando a mudança de concepções simplistas sobre a ciência para posições mais relativistas e contextualizadas sobre esse tipo de conhecimento. (LUFFIEGO et al., 1994)

Eventualmente Mathews (1994), expõe diversos argumentos presentes na literatura, entre eles está uma lista de sete razões que ressaltam a importância da inclusão do componente histórico nos programas curriculares de ciência:

- i. A história promove melhor compreensão de conceitos científicos e métodos.
- ii. Abordagens históricas conectam o desenvolvimento das ideias científicas.
- iii. A história da ciência é intrinsecamente valiosa.
- iv. Episódios importantes da história da ciência e cultura – a revolução científica, o darwinismo, a descoberta da penicilina – deveriam ser familiares a todo estudante.
- v. A história é necessária para entender a natureza da ciência.
- vi. A história neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados frequentemente nos manuais de ensino de ciências e aulas.
- vii. A História, pelo exame da vida e da época de pesquisadores individuais, humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos. (MATTHEWS, 1994, P.50)

Contudo, é indiscutível a importância dada pela literatura à história e filosofia da ciência, tanto na construção dessa área do conhecimento quanto no que se refere à didática para as ciências MARTINS (2007).

Portanto, o ensino de ciência têm sido tema de pesquisas e construções epistemológicas, buscando uma aprendizagem significativa e de qualidade, pois

para promover a ciência não deve apenas ser ensinado meros resultados, mas necessariamente, os métodos, e acima de tudo a HC (JENKINS, 1991).

Para ensinar ciência existe dois tipos de abordagens para introdução de conteúdos sobre a NdC no processo ensino/aprendizagem: a implícita e a explícita. Na implícita, a dinâmica adotada, mensagens implícitas são comunicadas e a construção do conhecimento acontece como consequência do engajamento do processo pedagógico.

Os trabalhos devem possibilitar a inserção do aluno em atividades investigativas, incluindo instruções sobre a prática científica, sem mencioná-la diretamente. Na abordagem explícita, os objetivos e materiais instrucionais são direcionados para aumentar a compreensão da NdC, de forma a incluir a discussão dos conteúdos epistemológicos. As atividades planejadas incluem investigações e exemplos históricos que possibilitam discussões, reflexões guiadas e questionamentos específicos sobre o assunto (ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000 *apud* SILVA, 2016).

Ainda vale ressaltar que a História da ciência pode assim contribuir para que os alunos se sintam mais à vontade, não só para apresentar ao professor e os colegas as suas próprias ideias, e questões sobre ciência, mas também para discutir e avaliar. Melhorando a comunicação na sala de aula e facilitando o papel diagnosticador do professor, que, adaptando uma metodologia de ensino baseada numa concepção construtivista da aprendizagem, onde o aluno constrói seu conhecimento aos poucos, ocupa um lugar de muita importância no processo de ensino/aprendizagem (LEITE, 1986).

No mais, além de contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos, a história da ciência pode também dar uma importante contribuição para execução dos objetivos do ensino da natureza do conhecimento científico e o conceito de ciência.

A tomada de decisões é importante e pode ser aperfeiçoada, de acordo com que a aprendizagem vai progredindo. E é um dos objetivos de muitos currículos de ciências e pode ser formulado de diversas maneiras, como o papel da ciência e da tecnologia na tomada de decisões na comunidade, no trabalho, em casa etc. A participação na tomada de decisões pode colocar-se nas aulas de ciências para se trabalhar em grupo, é importante para o aluno já que vai estar inserido integralmente

nas decisões do grupo, se sentindo importante e levando seu papel a sério, e o papel da ciência em qualquer aspecto que lhes seja apresentado. (ZOLLER, 1989).

3.3- NATUREZA DA CIENCIA E A PRÁTICA DOCENTE

Estudos sobre as crenças dos professores sobre NdC, têm sido prioridade em investigações nas didáticas das ciências, desde a década de 90 até os dias atuais, uma vez que é de suma importância entender o modo como os professores veem a ciência e o conhecimento científico (ANDÚRIZ BRAVO, 2001). O que os professores entendem sobre NdC e como eles veem o ensino e o conhecimento científico é de suma importância para compreendermos o modo como o aluno irá entender sobre ciência e a NdC, por isso segundo Lederman, (1992) o entendimento do aluno sobre ciência envolvendo o conhecimento de NdC do professor tem sido baseada em duas hipóteses implícitas.

- A compreensão dos professores acerca da NdC tem uma certa relação com a dos seus alunos e com a imagem que estes adquirem da ciência.
- As crenças dos professores sobre a NdC influenciam significativamente na sua forma de ensinar ciências e nas decisões que tomam na aula. (LEDERMAN, 2012)

Apesar de entendermos que os professores de ciência devem promover uma imagem adequada aos alunos, são vários os estudos sobre o ensino de ciência que revelam que os alunos, desde o ensino fundamental e os seus professores não possuem visões adequadas sobre NdC (LEDERMAN, 1992).

Para mudar tais resultados é importante ressaltar que os alunos começam a ter uma curiosidade natural e bastante entusiasmo pela ciência, desde o início da escolaridade, por isso é bastante pertinente explorar os seus saberes do dia a dia como um ponto inicial, pois seria mais fácil para os alunos reconhecer o contexto e a história pessoal que podem estar ligados e com isso aumentar sua motivação e seu interesse pela ciência. Trata-se, de contextualizar e humanizar a ciência escolar para que mais facilmente e mais cedo se desperte o gosto pelo seu estudo, levar a ciência para perto do aluno ao invés de distanciá-lo, fazendo com que tenham mais

afinidades com conceitos, leis e teorias um pouco abstratos e bem distante da sua realidade, mas que podem ser vistos com menos receio. (LENDERMAN, 1992).

“Uma abordagem no ensino implica uma disponibilidade científica acrescida por parte dos professores. O tipo de transposições didáticas que ela pressupõe exige elevada competência científica e didática aos professores. Nos anos terminais do ensino secundário, a ênfase já deve ser na preparação para futuros estudos científicos, o que não quer dizer um ensino acadêmico seguindo uma lógica estritamente disciplinar (exceto no ensino superior) nem um ensino livresco”. (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2005, p. 368).

Contudo é importante priorizar a formação do professor pois a falta de uma formação adequada é um grande obstáculo para que os problemas de ensino de ciências sejam minimizados, existem ações possíveis que devem ser analisadas e colocadas em prática, que, propõe elementos para lidar com os problemas e os desafios de ensinar história e filosofia da ciência (HFC) em sala de aula (GIL PEREZ et al., 2001).

3.4 BREVE ABORDAGEM SOBRE O CASO HISTÓRICO: LEWIS VS. LANGMUIR: E A TEORIA DE LIGAÇÃO DE VALENCIA (pontos principais do estudo de caso aplicado em sala de aula).

Um dos objetivos do estudo da química é exatamente a natureza da ligação entre os átomos dos elementos. A Teoria de Lewis da Ligação Química fundamentada sobre o conceito de par de elétrons foi desenvolvida em três artigos a partir da teoria de Abegg em 1904. O primeiro intitula-se “Valência e Tautomerismo”. O segundo e mais importante intitula-se “O átomo e a molécula” de 1916, neste artigo Lewis começa a discutir a necessidade de considerar uma teoria da estrutura atômica, a qual ele já utilizava havia alguns anos na interpretação de fenômenos químicos. O terceiro artigo, de 1923, com título “Conferência Introdutória: Valência e o Elétron”, neste ele resume e clarifica suas ideias (Carlos A. L. Filgueiras, 2016).

Quando os Lewis e Langmuir grandes cientistas da época se conheceram, Lewis (1875-1946) já era uma certeza no âmbito teórico e prático da química e Langmuir enveredou pela química industrial, apesar de suas incertezas iniciais fez uma grande e importante carreira. Ambos tinham personalidades muito distintas, Lewis tinha caráter introvertido e pouco carismático, era reconhecido como

impopular e isso pode ter contribuído para que ele nunca tivesse recebido o Prêmio Nobel. Ele era arredio e gostava pouco de viajar, era adepto da escrita ao contrário de Irving Langmuir (1881-1957, Prêmio Nobel em 1932), que tinha talento para oralidade, era extrovertido e muito sociável. (MAIA, 2001)

Lewis lança seu celebre artigo “o átomo e a molécula”, pouco antes de ir para a guerra. No entanto não teve tanta repercussão, ficou esquecido durante vários anos, até que Langmuir interessado nas discussões sobre ligações dos átomos encontra dois trabalhos importantes na época o de Kossel e o de Lewis.

Porém fica bastante interessado no trabalho de Lewis pois era o artigo mais completo, no qual ele imaginava um átomo estático, com os elétrons arranjados em camadas cubicas em torno do núcleo. A sua teoria, aplicável aos átomos mais leves era conhecida como “regra dos oito”.

Então Langmuir começa a aplicar essas teorias em seus próprios trabalhos, numa série de doze artigos, passou a divulgar pelo mundo através de palestras e artigos, no trabalho de Langmuir a teoria podia ser aplicada também aos átomos pesados e explicava a estabilidade dos gases nobres. Este modelo obteve melhor aceitação tanto pelos químicos como pelos físicos, então ele muda o nome de “regra dos oito” para “regra do octeto”, para não ser confundido com o de Lewis.

Em três anos a partir de 1919, Langmuir acaba popularizando o modelo de Lewis, muitos químicos da época acabavam chamando o modelo de “Lewis-Langmuir theory”, o que gerou uma grande insatisfação por parte de Lewis, que no início achou a publicidade interessante, principalmente por ser avesso as deslocações, idas a congressos e reuniões, permanecia sempre em Berkeley e recusava os convites. Ao contrário, Langmuir viajava, ganhava amigos entre seus pares e membros destacados da sociedade artística, econômica e política. Ao progressivo “esquecimento” de Lewis, correspondia-se um significado aumento de popularidade de Langmuir. Em 1927, por exemplo Langmuir senta-se a primeira fila da célebre fotografia da 5° conferência de Solvay. Entretanto Lewis não foi convidado.

5ª conferência de Solvay, Bruxelas. Na primeira fila, sentados da esquerda para a direita: Langmuir, Max Plank, Marie Curie, Hendrik Lorentz, Albert Einstein, Paul Langevin, Charles Guye, Charles Wilson, Owen Richardson.



Fonte:

Oficina da Net

Lewis percebeu que os créditos pela teoria estavam sendo transferidos para Langmuir pois muitos já conheciam a teoria como “Langmuir theory”, então ele começa a expressar sua insatisfação em uma carta para o Prof. A. A. Noyes em 1926 onde ele disse... *“insistir, especialmente como fazem na Inglaterra, em falar sobre a teoria de valência de Langmuir é indesculpável”*. (MAIA, 2001)

Perante os fatos, não se admira que a uma certa altura tenha se instalado a confusão sobre a autoria da nova teoria de valência, por isso, várias foram as missivas trocadas entre os dois com comentários nem sempre agradáveis de ambas as partes. Apesar de aparentemente reconhecer as contribuições de Langmuir para a teoria atômica, Lewis sentiu-se ofuscado pela popularidade que Langmuir havia conseguido, e escreveu em seu famoso livro sobre o conceito o seguinte:

“O plano, entretanto, foi interrompido devido a guerra, e durante esse tempo a tarefa foi executada, com sucesso muito maior que eu poderia ter obtido, pelo Dr. Irving Langmuir numa série de 12 artigos, e em um grande número de palestras dadas neste país e no exterior. É em grande parte graças a esses artigos e discursos que a teoria tem recebido grande atenção dos cientistas”.

... “tem sido motivo de grande satisfação que no decurso desta série de aplicações da nova teoria, conduzida com maior perspicácia, o Dr. Langmuir não foi obrigado a alterar a teoria

que eu avançara. A teoria tem sido chamada em alguns lugares como a teoria de Lewis- Langmuir, o que implicara algum tipo de colaboração. Na verdade, o trabalho do Dr. Langmuir tem sido totalmente independente, e as contribuições que ele tem feito ao que antes fora explicado ou concluído em meu artigo a ele devem ser creditadas". (MAIA, 2001)

Dante dos fatos, é natural que naquela época houvesse em torno dos nomes e créditos dos autores da teoria. Podemos fazer vários questionamentos: talvez Langmuir não deu a Lewis tanto crédito quanto deveria? Ou então Lewis não reconheceu verdadeiramente a contribuição que Langmuir dera para a divulgação da teoria?

4. METODOLOGIA

A pesquisa relatada neste trabalho teve enfoque em um estudo de caso histórico realizado com estudantes que cursavam a disciplina de História da Química L, no semestre de 2018.2. A disciplina faz parte da ementa como uma matéria obrigatória do curso de Licenciatura em Química, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

O conteúdo é ofertado no sexto período do curso, porém, ela possui apenas o pré-requisito da disciplina de Química Geral B, então quando disponibilizada, engloba estudantes de diversos períodos do curso. No semestre de 2018.2, a disciplina possuía 8 alunos matriculados, que foram identificados por AI, indicando alunos e o número, considerando todos os alunos, que foram classificados de AI 1 a AI 8.

O desenvolvimento do trabalho teve uma abordagem qualitativa, que de acordo com (TRIVIÑOS, 1987), busca investigar e analisar as respostas dadas pelos estudantes, para realizar um diagnóstico com o intuito de investigar qual a compreensão dos estudantes sobre a temática pesquisada, que nesse caso, se relaciona a natureza científica através da história da ciência. Essa metodologia possibilita um olhar mais aprofundado, auxiliando a identificar os problemas e a entender os aspectos discutidos, com uma visão mais abrangente do processo vivenciado (MÓNICO, et. Al., 2017).

4.1- CONTEXTO DA PESQUISA

Ao longo da disciplina, que tem entre os seus objetivos, de acordo com a ementa, o entendimento da evolução da química a partir de eventos históricos significativos, são realizadas discussões de passagens históricas que não se inserem especificamente no conteúdo programático da disciplina, mas que possuem relatos relevantes sobre o desenvolvimento histórico da química. Estas histórias são discutidas em formato de estudo de caso e são consideradas como atividades avaliativas ao longo do semestre.

O estudo de caso analisado, que se referia a divulgação da teoria de valência na comunidade científica, foi aplicado pela professora da disciplina, que é a orientadora desse trabalho. A autora da pesquisa participou das discussões do

estudo de caso no semestre anterior (2018.1), quando cursou a disciplina e, no processo de validação do estudo de caso nesse semestre.

A validação aconteceu a partir de um estudo piloto a fim de analisar o conteúdo do estudo de caso, as discussões que foram desenvolvidas pelo caso histórico, o tempo gasto para a atividade e as perguntas dos questionários aplicados. O piloto contribuiu para a modificação de alguns aspectos da atividade, como o questionário, por exemplo, que foi adaptado para melhor se adequar aos nossos objetivos.

4.2- COLETA DE DADOS

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados contaram com a aplicação de questionários e a gravação em vídeos das discussões dos estudantes sobre o caso em sala de aula. A opção por utilizar o questionário e a gravação em vídeo se justifica exatamente por ser um instrumento de coleta de dados de característica qualitativa que nos possibilitaria analisar o desenvolvimento das discussões e o conhecimento dos estudantes.

A coleta foi realizada em 3 momentos importantes, que são explicados sucintamente a seguir:

1º Momento – Questionário inicial (Anexo 2)

Aplicação de um questionário inicial para sondagens prévias:

- *Na sua opinião, como um cientista desenvolve um determinado conhecimento científico? O que é necessário para que ele seja aceito?*
- *Na sua opinião, quais os aspectos ou características que influenciam a aceitação e utilização desse conhecimento? Apresente todos os aspectos que julgar relevantes.*

No qual a partir dele seria possível identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre aspectos de ciência que estavam presentes no estudo de caso. O questionário era composto por duas questões que tinham o intuito de verificar o entendimento dos estudantes sobre o desenvolvimento do conhecimento científico pelos cientistas e a aceitação desse conhecimento pelos pares.

2º Momento: Discussão do estudo de caso histórico em sala de aula

Após o questionário inicial, foi disponibilizado para a leitura o estudo de caso “*Lewis e Langmuir e a teoria de valência*”, elaborado principalmente, a partir da biografia de Lewis presente no livro de Maia (2001). O caso abordava os principais fatos, e controvérsias sobre a disputa envolvendo a autoria da teoria de valência pelos dois cientistas.

Após a leitura os estudantes teriam que expor, através das discussões realizadas pela professora, as suas opiniões e identificar quem de fato foi o criador da teoria. Quem de fato merece o mérito, ou ainda, se os dois tem contribuições importantes para o desenvolvimento e aceitação da teoria.

A discussões do caso tinham o intuito de verificar quais discussões e aspectos de ciências poderiam se manifestar pelos licenciandos durante a exposição das ideias dos deles e discussões gerais em grupo sobre o caso histórico.

3º Momento - questionário final

Para finalizar a pesquisa foi aplicado outro questionário, contendo também duas questões:

- *O episódio histórico estudado lhe ajudou a entender alguns aspectos desenvolvimento do conhecimento científico que você não tinha pensado anteriormente? Justifique.*
- *Quais os aspectos que você julga relevantes e que lhe ajudaram a entender.*
- *O contexto E as situações abordadas no texto vão de encontro ao que você respondeu nas questões 1 e 2? Justifique.*
- *A partir da leitura, é possível perceber que a teoria de valência é passível de diferentes interpretações. A partir da análise realizada anteriormente, qual cientista é responsável pela teoria? Justifique*

No qual os alunos elaboraram uma análise reflexiva sobre as discussões realizadas e se os conhecimentos sobre ciência foram realmente ampliados depois de participarem do estudo de caso. Esse questionário final tinha como principal objetivo identificar a validade do estudo de caso histórico para as percepções e as reflexões dos licenciados sobre ciência.

4.3- ANÁLISE DOS DADOS

A Análise dos dados obtidos a partir dos questionários e discussões em sala de aula foram feitos a partir das visões deformadas de GIL-PEREZ (2001) no qual mostra muitas concepções diferentes da ciência.

Para a análise dos questionários, analisamos as respostas dos estudantes e organizamos em categorias, seguindo as ideias apresentadas no referencial por GIL-PEREZ (2011). Nas discussões em sala de aula, foram analisados os vídeos das falas dos alunos e as discussões que se relacionavam a ciência foram transcritas para posterior identificação de quais aspectos sobre ciência as falas se referiam.

Acreditamos que esta análise possibilitará realizarmos uma discussão significativa dos objetivos desta pesquisa.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1- Questionário inicial: analisar os conhecimentos sobre descoberta:

Com base no questionário inicial, que questionou aos alunos o que eles compreendiam sobre descoberta científica, percebemos que os licenciandos tinham poucos conhecimentos sobre ciência. Dos 08 entrevistados, apenas 3 tiveram respostas pertinentes¹, e 5 tiveram respostas completamente impertinentes. Também conseguimos perceber, em todas as respostas, visões gerais sobre ciência bem simplistas e até um pouco ingênuo. Por exemplo:

Em relação à primeira pergunta ‘Na sua opinião, como um cientista desenvolve um determinado conhecimento científico? O que é necessário para que ele seja aceito? ’, os licenciandos responderam:

“A partir de um conhecimento baseado no trabalho de outros cientistas que introduziram sobre o conteúdo, para ser aceito ele deve ter uma relação com o conteúdo e que complemente os estudos feitos, relacionando com as descobertas feitas”. (AL1)

“Através de observação de fatos que ocorrem durante nosso dia-a-dia e que acabam percebendo um fenômeno e estudando aquilo. Para que seja aceito é necessário que a ação seja algo transformadora para a sociedade”. (AL2)

“Primeiro ele escolhe (ou encontra) um fenômeno interessante para ser observado, analisado etc. em seguida cria hipóteses pesquisa sobre esse fenômeno, desenvolve uma metodologia para validar ou invalidar sua hipótese e a partir dos resultados obtidos o conhecimento científico sobre tal fenômeno é construído. Para ser aceito, ele necessitara convencer a comunidade científica através de fundamentação coerente para que o antigo conhecimento sobre tal coisa seja refutado ou aperfeiçoado com esse novo conhecimento científico”. (AL3)

Os alunos AL1, AL2 e AL3 foram bastante pertinentes, mostraram uma visão correta, que de acordo com o que Justi e Erduram propõe em seu quadro sobre

¹ Consideramos respostas pertinentes ou não, considerando as visões deformadas de ciência (Gil PEREZ, 2001).

ciência na sociologia, que busca compreender o papel do cientista na sociedade e como é a colaboração dos cientistas um com o outro, de fato eles entendem que os cientistas trabalham em conjunto, e se distanciam de uma visão individualista e elitista da ciência. Eles também mostram que a sociedade e a comunidade científica tem um papel importante na aceitação e progresso de uma teoria, fugindo de uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência (GIL-PÉREZ et. al., 2001).

O aluno (AL1) em sua fala também deixa claro a evolução do conhecimento que pode ser associada com o papel da História onde evidência que o conhecimento científico é um processo não linear, não acumulativo, mas gradativo, e que esse conhecimento se modifica ao longo do tempo

Ao contrário dos alunos discutidos anteriormente, os 5 estudantes restantes mostraram em suas repostas, muitas visões deformadas da ciência e bastante incoerência. Como por exemplo, ao falar sobre descobertas científicas os alunos responderam:

“Primeiramente o levantamento de questões que podem vir tanto da observação como da reflexão. Quando o problema é encontrado e o levantamento e leitura da literatura que aborda temas ligados ao problema. Feito isso, parte-se para a coleta de dados e a busca por padrões e o uso da indução para que esses possam levar a uma teoria, que deve ser testada, se algo estiver errado a repetição ao processo, para que ela seja aceita deve ser provada e/ou demostrada”. (AL4)

“A partir de uma determinada “problemática”, ou seja, ele terá que a resolver, ou então explicar por que tal fato acontece daquele jeito. Para que isso seja aceito ele terá que provar seu estudo na prática, se for o caso”. (AL7)

Os alunos (AL4) e (AL7), tem uma visão ingênuas da ciência, mostra a ciência como algo a ser seguido com bastante rigidez. Tem uma ideia de método científico, aquela visão empírica indutivista, bastante equivocada rígida e dogmática da ciência. E na verdade para a ciência não existe um método único e também uma visão equivocada sobre descoberta e desenvolvimento do conhecimento científico.

A segunda pergunta, que questiona sobre os aspectos que influenciam a aceitação e utilização do conhecimento científico, identificamos 1 resposta foi boa, 3 fizeram poucas considerações, falaram apenas sobre aceitação da comunidade científica, e 4 não conseguiram explicar nada. A única resposta pertinente foi a do aluno (AL2), que deixa claro o papel da sociedade na construção do conhecimento científico, como é apresentado na resposta:

“À sociedade científica: - a sociedade a qual a pesquisa está envolvida e pela qual trabalha: - a sociedade a qual determina se aquela ciência é necessária para aquele meio: - e a sociedade que determina se a ciência é benéfica ou maléfica.” (AL2)

5.2- Discussões sobre o caso e aspectos sobre NdC apresentados pelos estudantes

Nas discussões sobre o caso identificamos questões relevantes que possibilitaram o debate de alguns aspectos sobre NdC. Analisando essas discussões a partir das visões de NdC presentes nas visões deformadas de Gil-Perez (2001) foi possível perceber discussões mais voltadas para as questões sociológicas da ciência. Para apresentar alguns pontos, apresentamos alguns trechos dos debates a seguir. Esses trechos não se encontram em ordem de discussão.

Trecho 1- A quem se deve o mérito pela proposta?

Prof. Quem vocês acham que deve levar o mérito pela descoberta?

Al1- Na verdade a regra do octeto não é de Lewis é dele (Langmuir), a regra dos oito é que é de Lewis. Porque é assim, era como se tu tivesses no mundo com 100 tipos de coisa, mas você formulou uma teoria que só vale para 50, aí outra pessoa vai pegar a teoria que tu propuseste e englobas para 100, então eu acho que é dos dois né.

Prof: um trabalho complementou o outro?

Al2: A descoberta aí a gente tem que considerar 50% para cada porque Lewis ficou no laboratório focado e o outro foi o que publicou.

Al5: Que mostrou ao mundo o que estava acontecendo no laboratório.

Al8: *Mas tem o negócio aí da guerra né, ele publicou mais foi embora sem poder divulgar.*

Al3: *É, mas aí mesmo se ele não tivesse ido para a guerra o trabalho dele seria reconhecido, porque ele não foi nem convidado para o congresso de Solvay!*

Al1: *Ele era introvertido, e o próprio texto diz que ele recusava os convites para os eventos, talvez ele tenha parado de ser chamado.*

Al2: *Por isso que 50% para cada, pois um era introvertida e outro tinha o talento para a oralidade então um contribuiu com o outro. Um divulgava o que o outro estava fazendo, aí entra a questão da mídia nesse caso, Lewis fica como um ajudante e o outro como o bam bam bam da história por estar divulgando a proposta.*

Prof: *Então vocês conseguem perceber que há uma contribuição entre eles?*

Al3: *Sim, é que nem Lennon e Mccartney, o Jhon Lennon escrevia as letras e o Paul Mccartney cantava, mas sem os dois não tinha os Beatles.*

Nesse trecho 1 quando o aluno (Al2) fala que seria “*50% para cada, pois uma divulgava o que o outro estava fazendo*” conseguimos perceber que o estudo de caso favoreceu as discussões relacionadas ao trabalho colaborativo entre os cientistas, no qual os alunos conseguem perceber que há mérito para os dois cientistas. Além disso, foi possível perceber as dinâmicas de interação entre a cultura científica, quando é mencionado introversão de Lewis e a oralidade de Langmuir, que pode ter influenciado no trabalho dos dois. Outro ponto a destacar é que o caso favoreceu as interações entre os alunos, necessitando de poucas interferências da professora.

Trecho 2: A necessidade da divulgação e aceitação do conhecimento

Al1: *No começo ele (Lewis) não estava se importando que o Langmuir estava divulgando, ele estava até gostando.*

Al6: *Na verdade ele só se tocou quando o nome dele não estava mais na teoria. Eu acho que o erro do Lewis aí foi ter empacado. Por exemplo, ele publicou o trabalho dele e pronto, não fez mais nada, já o Langmuir quando começou a utilizar a proposta do Lewis ele expandiu, descobriu as relações com os átomos pesados e publicou 12 artigos, e o Lewis fez o que nesse tempo?*

Al7: *pois é, ele poderia ter publicado mais.*

Prof. *Vocês conseguem perceber nessa situação que a produção do conhecimento científico vai muito além de propor uma teoria?*

Al3: *É, se o Langmuir não tivesse divulgado, talvez a gente nem conheceria essa teoria.*

Al1: *É, por mais que ela fosse boa.*

Prof: *Sim, o conhecimento precisa ser divulgado, ser aceito pelos pares.*

Al3: É igual em congresso.

Prof: Sim, no congresso você apresenta seu trabalho, conhece outras propostas, e pessoas que pesquisam as mesmas coisas que você.

Al2: É igual em alguns trabalhos de monografia aqui, as vezes você precisa fazer uma análise aqui aí tem que entrar em contato com outra universidade para eles fazerem aí depois você analisa, vai lá e divulga. É um trabalho conjunto.

Prof: Sim a ciência passa por um processo de produção, divulgação, aceitação....

Al1: E o interesse também né, porque Lewis estava bem interessado em ser reconhecido.

Prof: É, você faz o trabalho e quer receber mérito.

Nesse trecho, conseguimos identificar diversos aspectos de NdC, como a comunicação na ciência, os valores e objetivos da ciência, o processo de validação entre pares. Tais discussões, mostram aos estudantes como a ciência é um processo complexo, além disso, permite que eles consigam trazer exemplos de situações vivenciadas por eles, possibilitando que eles percebam algumas situações científicas que estão no cotidiano de alguns deles, como o congresso, por exemplo.

Trecho 3: Evolução do conhecimento

Al6: Então, não foi como se o Langmuir chegasse do nada e pegasse as ideias dos Lewis, eles tinham os mesmos interesses, estudavam a mesma área, estagiaram no mesmo lugar. Nesse caso, a proposta de Lewis foi o que ele precisava entender, o que ele já estava pesquisando e tanto que ele conseguiu explicar coisas que o Lewis não fez.

Al6: E ainda no texto fala que o trabalho dele (Langmuir) teve aceitação pelos outros químicos, então é como se o trabalho de Lewis não fosse tão aceito assim.

Al5: Pois é, foi publicado antes? Sim, mas só foi aceito depois do Langmuir.

Al8: mais a gente não sabe se o Langmuir fez alguma modificação no trabalho do Lewis.

Al6: Nossa, ele escreveu 12 artigos, como que ele iria escrever isso tudo se não tivesse alterado nada?

A7: Fora que a ideia do Lewis nem era nova também, porque ele se baseou nas ideias de Abegg.

Prof. Houve uma evolução do conhecimento né. Essas discussões já estavam acontecendo né.

Al6: É, nesse caso aí houve uma evolução de um cientista para outro. É que é assim, esse caso não é muito divulgado, diferente da teoria atômica, que a gente estuda no ensino médio o nome de cada um, dá o desenvolvimento daquilo. Eles

deveriam fazer isso com essa história aqui também, porque no ensino médio a gente só sabe do Lewis, ninguém mais é citado.

AI3: Pois é, é igual o modelo atômico Rutherford-Bhor, não tem diferença.

Nesse trecho conseguimos verificar que discussões sobre a divulgação da ciência, percebemos também questões relacionadas a produção e validação do conhecimento como um processo gradativo, o que indica que a ciência evolui com o tempo e não é um processo estático.

Por fim, percebemos que o estudo de caso permite que discussões sobre ciência de forma natural, sem que fosse necessário que a professora insistisse em impor alguma definição sobre esses aspectos, a discussão simplesmente flui. O que deu para perceber também pelos trechos acima é que as discussões favorecem que diversas discussões e características sobre ciência sejam discutidas mais de uma vez.

Entretanto, percebe-se que o caso não engloba vários aspectos diferentes sobre NdC, o que não é o objetivo também. Esses aspectos irão variar dependendo das características de cada história, esse estudo de caso por exemplo, explorou mais as “questões relacionadas a sociologia da ciência.

5.3- Questionário final: analisar o entendimento sobre ciência dos alunos após a aplicação do caso histórico.

No questionário final foi possível identificar que os alunos reconheceram que o episódio histórico de fato os ajudou a perceber vários aspectos sobre o desenvolvimento e conhecimento científico. Quando questionados se o caso histórico os ajudou a compreender alguns aspectos da ciência, eles responderam:

“Sim. Não sabia que muitas vezes a ciência pode ter mais de um colaborador, e que dependendo do ponto de vista um terá mais sucesso que o outro, e muitas vezes nem será lembrado na atualidade” (AL2)

“Sim, a importância da divulgação das pesquisas. No caso de Lewis por exemplo, como vimos no texto ele era antisocial e isso o “prejudicou” durante um certo tempo e também o fato dele ter ido para a guerra” (AL7)

“Sim, pois ele trata dos aspectos sociais da ciência, como a sua divulgação, o qual não pensei, e também de conflitos e relações entre cientistas” (AL4)

Na fala dos alunos é perceptível a mudança na forma de pensar sobre como a ciência se desenvolvia, a importância da colaboração entre pares, da divulgação das pesquisas, as questões sociais, e as perspectivas que tinham em relação alguns aspectos da ciência como, ética, o trabalho em grupo, as características pessoais dos cientistas. E como todos esses fatores influenciam neste desenvolvimento.

Foram questionados também sobre quais aspectos sobre ciência contidos no caso histórico os ajudaram a entender melhor o desenvolvimento da ciência.

“A história contada de maneira detalhada, o que geralmente não acontece”. (AL7)

“O contexto do desenvolvimento da teoria e as características pessoais envolvidas, ‘Lewis introvertido e Langmuir extrovertido’.” (AL3)

“A relação entre Lewis e Langmuir, em que um cria a teoria e o outro a divulga e dá continuidade a mesma. Bem como a não aceitação do trabalho de Lewis em primeira mão”. (AL4)

No geral os alunos perceberam a importância do trabalho colaborativo da ciência e como é o processo de divulgação de uma teoria, e que essa teoria para ser colocada em prática nos estudos, e outras pesquisas no mundo científico, além de ser algo que sofre influência nos aspectos religiosos, culturais e socioeconômico da época, também precisa ser aceita pela comunidade científica. MAIA (2001)

Quando questionados se o contexto e as situações abordadas no caso iam de acordo com o que responderam nas questões 1 e 2 do questionário inicial, todos concordam que pensavam diferente e que tinham uma ideia equivocada sobre o desenvolvimento da ciência e sobre descoberta.

“Não, porque através da situação pude esclarecer melhor alguns fatos estudados que são um pouco vagos”. (AL5)

“Não, pois não tinha a noção de que a ciência tinha um outro lado (dentro do laboratório) e que tem sempre mais de um envolvido” (AL2)

Sobre a disputa da teoria de valência os alunos afirmaram que ambos os cientistas merecem o mérito e ser reconhecido pois os dois fizeram importantes contribuições. Lewis fez todo o estudo e postulou a teoria e Langmuir divulgou fazendo com que a teoria fosse aceita.

6 – CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos é possível concluir que por meio do estudo de caso os licenciandos puderam discutir e refletir sobre ciência, uma vez que a análise das questões relacionadas a disputa pelos créditos da teoria de valência contribuiu para que os aspectos pessoais dos cientistas e sociais, sedo uma oportunidade para que eles discutissem e refletissem sobre a NdC. Já que durante a graduação o estudo era restrito às questões relacionadas aos métodos da ciência, o que de certa forma, deixa muita informação importante de lado, que com certeza é para os alunos algo a “mais” na compreensão sobre NdC e HC.

No mais, essas discussões foram possíveis por que os alunos se sentiram motivados a debater, pois se tratava de uma situação interessante onde envolvia uma situação controversa, com narrativas da vida de um cientista, com seus defeitos e qualidades, ambições e frustrações o que de fato torna o caso bastante atraente para os estudantes. Isso indica o grande potencial do estudo de um caso histórico para as discussões sobre NdC no curso de licenciatura, a fim de guiá-los no processo dessas atividades, para que tenham um conhecimento mais amplo e crítico sobre ciência.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, Á. V.; MAS, M. A. M.; ANTONIO, J.; DÍAZ, A.; ROMERO, P. A. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. **Revista electrónica de enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 331-363, 2007.
- BIZZO, N. M. V. História da ciência e ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em aberto**, v. 11, n. 55, 2008.
- CARVALHO, M. G.; CASAGRANDE, L. S. Mulheres e ciência: desafios e conquistas. **INTERthesis: Revista Internacional Interdisciplinar**, v. 8, n. 2, p. 20-35, 2011.
- JESUS OLIVEIRA, A. O que é, afinal, conhecimento cumulativo? **Veritas (Porto Alegre)**, v. 63, n. 3, p. 822-855.
- MELLO FORATO, T. C.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.
- QUADROS LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J. C. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. **Acta Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 67-78, 2006.
- SOUZA, W. W. P.; DA SILVA BATISTA, B.; DE MORAES SALES, L. L. A história da química como facilitadora da aprendizagem. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, v. 2, n. 2, 2017.
- DÍAZ, J. A. A.; ALONSO, Á. V.; PAIXÃO, M. F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J. M.; MAS, M. A. M. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Por uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.2, p.125-153, 2001
- JUSTI, R.; ERDURAN, S. Characterizing Nature of Science: A supporting model for teachers. In: **International History and Philosophy of Science Teaching**, 13rd Biennial Conference, Rio de Janeiro, 2015.
- LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.
- 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.

PESSOA JR, O. Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências? **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, 2006.

PRESTES, M. E. B.; DE ANDRADE CALDEIRA, A. M. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e história da biologia**, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2009.

POMBO, F. M. Z.; LAMBACH, M. As visões sobre ciência e cientistas dos estudantes de química da EJA e as relações com os processos de ensino e aprendizagem. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, p. 237-244, 2017. As visões sobre ciência e cientistas dos estudantes de química da EJA e as relações com os processos de ensino e aprendizagem.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física (XI ENPEF)**. Curitiba. In: **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, p. 1-12, 2008.

SA, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731, 2007.

SILVA, C. M. **Análise de Conhecimentos e Habilidades Sobre Natureza da Ciência da Professores de Química em Formação Inicial Durante Participação em Um Grupo Colaborativo**. 2016. 222 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

SEQUEIRA, M.; LEITE, L. A história da ciência no ensino: aprendizagem das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 1, n. 2, p. 29-40, 1988.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, p. 37-70, 2005.

FILGUEIRAS, Carlos. A. L. **Gilbert Lewis e o centenário da teoria de ligação por par de elétrons**. Química nova, v. 39, n. 10, p. 1262- 1268, 2016.

MATTHEWS, M. R. **História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 12, n. 13, p. 164-214, 1995.

PORTE, P. A. História da ciência no ensino de Química: **Em busca dos objetivos educacionais da atualidade**. p.159-180 in: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (orgs.). Ensino de química em foco. 4° ed. Ijuí: Unijuí, 2010.

7- ANEXOS

Anexo 1- Estudo de caso - Lewis vs. Langmuir e a teoria de valência

Você provavelmente já ouviu falar das idéias de Gilbert Newton Lewis. Ele foi um dos grandes químicos dos anos 1900 e desenvolveu entre outros trabalhos, os conceitos básicos de ligação química ainda ensinados a todos os estudantes de Química hoje. Ao contrário de Lewis, é possível que você não tenha ouvido falar de Irving Langmuir, outro grande químico da mesma época, que trabalhou em química de superfície e fez a maioria de suas pesquisas em um laboratório industrial.

Quando se conheceram, Lewis era já uma certeza no âmbito teórico e prático da química e Langmuir perfilava-se no caminho do sucesso na área industrial. As suas personalidades eram muito diferentes, Lewis era introvertido, não conseguia manter relações pessoais e se isolava das pessoas, já Langmuir era mais extrovertido, tinha o talento para oralidade o contrário de Lewis, que era adepto a escrita e reconhecido até como impopular. Ambos tinham estagiado na Europa e ambos tinham detestado o tempo passado no laboratório de Walther Nernst. Não terá faltado tema de conversa entre eles, para mais estando ambos interessados em estudos afins da química-física. O tempo porém, veio mostrar como a rivalidade pode minar um entendimento que começara tão bem.

Discussões sobre a regra do octeto e a teoria de valência

Na época, o caos pairava sobre as primeiras teorias atômicas (Thomson), pois ela já não explicava significativamente os fenômenos químicos e um entendimento macroscópico das moléculas. Devemos destacar que uma “regra dos oito” já era conhecida desde 1904 proposta por Richard Abegg, que postulara que a diferença entre a valência positiva (número de cargas positivas) e a valência negativa (número de cargas negativas) era geralmente 8. É através dessa teoria, em 1916 que o Sr. Lewis, publicou seu clássico trabalho “O átomo e a molécula” pouco antes de ir para a guerra. Neste trabalho, ele explicita através da noção de átomos cúbicos a valência e as ligações química a partir do conceito de par de elétrons na ligação covalente, na qual conhecemos como estrutura de Lewis, favorecendo o entendimento desses fenômenos.

Não pense, porém, que quando Lewis lançou seu célebre artigo, ele foi acolhido com entusiasmo. Durante vários anos parecia que ninguém dava nada por ele, até que Irving Langmuir o leu e ficou agradavelmente perturbado. Há de se ressaltar que Langmuir já estava interessado no assunto, quando então em 1916, duas publicações importantes aparecem, uma de Kossel e outra de Lewis. Ambas eram similares, baseadas nas hipóteses de Abegg, mas a teoria de Lewis era a mais

completa. Lewis imaginava um átomo estático, com os elétrons arranjados em camadas cúbicas em torno do núcleo. A sua teoria, aplicável aos átomos mais leves, era conhecida como "regra dos oito". A partir daí Langmuir começa aplicando tais conceitos no seu próprio trabalho.

No trabalho de Langmuir, a teoria podia ser aplicada também aos átomos mais pesados e explicava a estabilidade dos gases nobres. Este modelo obteve melhor aceitação tanto pelos químicos como pelos físicos, e foi chamado por Langmuir de "*regra do octeto*" para não ser confundido com o de Lewis. Em três anos, a partir de 1919, Langmuir empreendeu uma verdadeira "cruzada" de divulgação em prol dos pares de elétrons de ligação e da regra do octeto- não só pelos doze artigos que ele publicou- mas também pelas diversas palestras efetuadas sobre o tema, as quais acabaram popularizando o modelo de Lewis. Devido à extraordinária capacidade de Langmuir de falar em público e pela semelhança entre os nomes, muitos químicos da época acabavam chamando o modelo de "*Lewis-Langmuir theory*".

No começo, Lewis achou interessante a publicidade, principalmente porque ele era avesso a deslocações, idas a congressos e reuniões afins e, sempre que podia, permanecia refugiado em Berkeley e recusava convites. Ao contrário dele, Langmuir viajava, ganhava amigos entre seus pares e membros destacados da sociedade artística, econômica e política. O que acabou gerando um progressivo "esquecimento" de Lewis e um significativo aumento de popularidade de Langmuir. Em 1927, por exemplo, Irving Langmuir senta-se na primeira fila da célebre fotografia da 5º conferência de Solvay. Lewis, entretanto, não foi convidado.

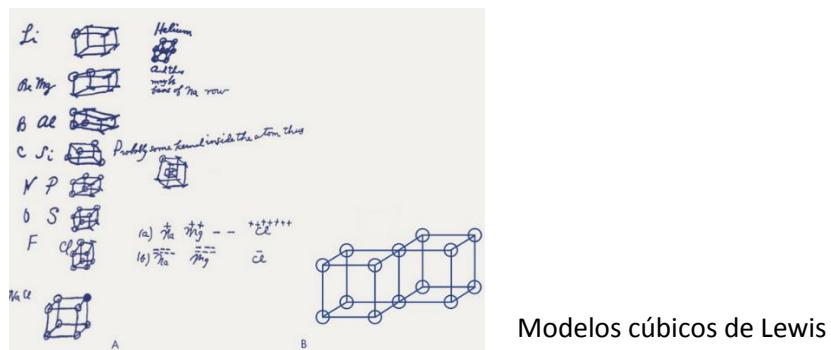
Como os crédito pela teoria estava sendo transferida para Langmuir sendo chamado de "*Langmuir-Lewis theory*", ou até mesmo "*Langmuir theory*", Lewis começou a expressar sua angústia em uma carta escrita para o Prof. A. A. Noyes em 1926, onde ele disse que ... "*insistir, especialmente como fazem na Inglaterra, em falar sobre a teoria de valência como de Langmuir é indesculpável.*"

Perante os fatos, não admira que a certa altura se tenha instalado a confusão sobre a autoria da nova teoria e valência, por isso, várias foram as missivas trocadas entre os dois com comentários nem sempre agradáveis de ambas as partes. Apesar de aparentemente reconhecer as contribuições de Langmuir para a teoria atômica, Lewis sentiu-se ofuscado pela popularidade que Langmuir havia conseguido, e escreveu em seu famoso livro sobre o conceito o seguinte:

..."O plano, entretanto, foi interrompido devido à guerra, e durante esse tempo a tarefa foi executada, com um sucesso muito maior que eu poderia ter obtido, pelo Dr. Irving Langmuir numa série de doze artigos, e em um grande número de palestras dadas neste país e no exterior. É em grande parte graças a esses artigos e discursos que a teoria tem recebido grande atenção dos cientistas."....

..."Tem sido motivo de grande satisfação que no decurso desta série de aplicações da nova teoria, conduzida com maior perspicácia, o Dr. Langmuir não foi obrigado a alterar a teoria que eu avançara. A teoria tem sido chamada em alguns lugares como a teoria de Lewis-Langmuir, o que implicaria algum tipo de colaboração. Na verdade, o trabalho do Dr. Langmuir tem sido totalmente independente, e as contribuições que ele tem feito ao que antes fora explicado ou concluído em meu artigo a ele devem ser creditadas e somente a ele."...

Diante dos fatos, é natural que naquela época houvesse uma confusão em torno dos nomes e créditos dos autores da teoria. Podemos fazer vários questionamentos: talvez Langmuir não deu a Lewis tanto crédito quanto deveria ou então Lewis não reconheceu verdadeiramente a contribuição que Langmuir para a divulgação da teoria, situações que mostram realmente como o trabalho científico é realizado.



Bibliografia

- GUGLIOTTI, M. Irving Langmuir: o milagre da ciência. *Química nova*. v.24, n. 1, p. 568-572, 2001.
 GONÇALVES-MAIA, R. **Lewis**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.