

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

**INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA
DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE
NATUREZA DA CIÊNCIA**

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

OURO PRETO

2017

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

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 de Ouro Preto.

Orientadora: Prof.^a Dra. Paula C. C. Mendonça

OURO PRETO

2017

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: *INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA*

Aluno: *Jordana Alves de Oliveira*

Orientador: Prof.^ª Dra. Paula C. C. Mendonça

Primeiro semestre de 2017

Este trabalho foi defendido e aprovado em sessão pública realizada no dia 21 de Agosto de 2017, no Laboratório de Ensino de Química, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licencianda em Química, perante a seguinte comissão examinadora:

Prof.^ª Ma. Clarissa Rodrigues

Professora Supervisora

Prof.^ª Dra. Paula C. C. Mendonça

Professora Orientadora

Prof.^ª Ma. Gabriella Leone Fernandes

Professora Examinadora

Ouro Preto

2017

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui os meus sinceros agradecimentos a todos que foram importantes para a realização deste trabalho.

Agradeço primeiramente à Deus, por me permitir chegar até aqui, me dando força e coragem nessa longa caminhada.

À minha orientadora Paula Mendonça, por todas as orientações, discussões, conselhos, dedicação e disponibilidade que auxiliaram o desenvolvimento desse trabalho.

À minha mãe pelo apoio, incentivo, cooperação, por acreditar em mim e estar sempre presente em todos os momentos da minha vida.

À Gabriella Leone por aceitar em participar da minha banca avaliadora.

À professora supervisora Clarissa Rodrigues pelas discussões e ideias que me auxiliaram na escrita deste trabalho.

Ao grupo de pesquisa Práticas Científicas e Educação em Ciências que com as discussões contribuíram para a minha formação.

“Ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou à sua construção.”

Paulo Freire

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. O QUE É NATUREZA DA CIÊNCIA?	11
3. A IMPORTÂNCIA DE SE INSERIR NATUREZA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA UTILIZANDO HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA	14
4. UTILIZANDO DE CONTRÓVERSIAS HISTÓRICAS PARA APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA.....	18
5. OBJETIVO.....	21
6. A HISTÓRIA DA CONTROVÉRSIA DO OXIGÊNIO.....	22
7. METODOLOGIA.....	26
7.1 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS.....	26
7.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS.....	29
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....	37
8.1 COMO A CONTROVÉRSIA HISTÓRICA CONTRIBUIU PARA APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA.....	47
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
11. ANEXOS	54
11.1 ANEXO 1	54
11.2 ANEXO 2	56
11.3 ANEXO 3	57

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento científico é considerado importante na formação de cidadãos, porque pode contribuir para que os mesmos ampliem suas capacidades de compreensão e atuação na sociedade em que vivem (Acevedo, 2005). A compreensão de Natureza da Ciência (aqui será designado por NC) tem sido caracterizada como um dos aspectos essenciais da alfabetização científica¹, pois ela é indispensável à avaliação informada, crítica e responsável das políticas e das propostas científicas e tecnológicas (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002; Millar). É preciso compreender melhor a natureza do conhecimento científico para que se possa atingir uma melhor qualidade de ensino de ciências. Isto conduz a aprendizagem das ciências acompanhada por uma aprendizagem sobre as ciências, ou seja, sobre as dimensões históricas, filosóficas e culturais da ciência (Oki, 2008 apud Monk & Osborne, 1997).

Contudo implica dizer que professores de ciências devem ensinar não somente os conceitos científicos de forma estanque, mas devem alcançar três objetivos de aprendizagem de forma articulada:

- *Aprender Ciência*, ou seja, os alunos devem ter consciência do corpus do conhecimento científico estabelecido pela comunidade científica, bem como sua evolução ao longo do tempo nas Ciências.
- *Aprender sobre Ciência envolve* a aquisição de conhecimento que caracteriza a ciência, tais como o papel e o status do conhecimento; as circunstâncias sociais e intelectuais que permearam a origem e o desenvolvimento de teorias científicas importantes; os meios pelos quais a comunidade científica estabelece e monitora a prática profissional e as complexas relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.
- *Aprender a fazer ciência*, isto é, desenvolver habilidades para solucionar problemas por meio da investigação científica (Hodson, 1992).

¹ Ensino cujo objetivo seria a promoção de capacidades e competências entre os estudantes capazes de permitir-lhes a participação nos processos de decisões do dia-a-dia (Sasseron & Carvalho, 2001 apud Membrela, 2007, Díaz, Alonso e Mas, 2003, Cajas, 2001, Gil-Pérez e Vilches-Peña, 2001).

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

Em síntese, pensando-se nos objetivos do ensino de ciências como a preparação de alunos para o mundo, ou seja, uma educação preocupada com a cidadania, os mesmos devem entender como os cientistas trabalham e chegam nos resultados de suas pesquisas. Utilizar história da ciência pode ser uma boa ferramenta para isso, pois ela pode auxiliar a desmistificar várias concepções errôneas sobre ciência (Porto, 2010). Segundo vários autores (por exemplo, Lederman 2006, Matthews 1995), sabemos que muitas pessoas (incluindo professores de ciências) possuem concepções inadequadas sobre ciência e sobre como os cientistas trabalham. Isto porque no imaginário social, os cientistas são retratados, na maioria das vezes, como gênios, que passam o dia em laboratórios realizando descobertas grandiosas, e se reforça o gênero masculino no fazer ciência (Koosminsky e Giordan, 2002). Assim, os alunos tomam isso como verdade, internalizando concepções distorcidas sobre o assunto, que pode até levar os mesmos a se desinteressarem pelas disciplinas de ciências, uma vez que a mesma não é mostrada de forma humanizada (Matthews, 1995).

Uma condição necessária para aperfeiçoar a educação científica é tomar cuidado com as visões deformadoras sobre ciência que são transmitidas por ação ou omissão, como nos alertam Cachapuz, Carvalho e Gil-Perez (2005). Lederman em uma de suas pesquisas sobre as concepções de NC de professores e alunos revelou que as concepções dos professores sobre NC eram semelhantes às dos alunos, isso quer dizer, que os professores também possuíam visões inadequadas sobre ciência (Moura 2014, apud Lederman 1992). Porém, isso não significa que se o professor possuir visões deformadas sobre ciência, necessariamente ele irá passá-las para seus alunos. Se o professor não apresentar essas concepções em suas aulas, os alunos não serão influenciados por elas. Cachapuz, Carvalho e Gil-Perez (2005), listam sete visões deformadas sobre ciência, que se integram umas às outras, e demonstram uma visão muito distorcida com a maneira pela qual a ciência é conduzida nas suas instituições e comunidades, as quais apresentaremos a seguir:

A primeira visão *descontextualizada*, em que se ensina ciência sem relacioná-la com atividades essenciais que andam lado a lado, como por exemplo, a tecnologia, pois a partir da mesma é possível que a ciência evolua, avançando em pesquisas e observações. Outro exemplo é o interesse da sociedade, pois muitos trabalhos científicos são iniciados a partir de sua necessidade. Os autores destacam o seguinte no texto:

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

“Esquecer a tecnologia é expressão de visões puramente operativistas que ignoram completamente a contextualidade da atividade científica, como se a ciência fosse um produto elaborado em torres de marfim, à margem das contingências da vida ordinária...” (p. 43, 2005)

A segunda visão *individualista e elitista*, em que acredita-se que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem bastar para verificar ou falsear uma hipótese ou toda teoria e que a maioria privilegiada na ciência são os homens (masculino) brancos e gênios. Essa característica é bem notória em livros de ciências, em desenhos animados, filmes, etc (Mesquita e Soares, 2008). Assim, o trabalho dos cientistas é basicamente associado apenas à pesquisas realizadas em laboratórios, onde os cientistas fazem experimentos sozinhos, observam e finalmente “descobrem” algo (Kosminsky e Glordan, 2002)

A terceira visão *empírico-indutivista e ateuórica*, quando a partir de uma observação de um fenômeno diversas vezes se chega a uma generalização do conhecimento (Chalmers, 1993). Essa visão refere-se a ciência não utilizar de teorias prévias, aqui a ciência é feita apenas a partir de coleta de dados e esses dados são desvinculados da teoria, considerando apenas as observações. Essa visão é passível de críticas porque, geralmente, o trabalho experimental é guiado por teorias e expectativas.

Quarta visão, *rígida, algorítmica e infalível*, em que a ciência é dada como uma sequência de etapas definidas (o conhecido ‘método científico’), em que as observações e as experiências rigorosas desempenham um papel destacado levando à exatidão e objetividade dos resultados obtidos. Realmente a ciência possui uma metodologia, mas ela não se dá de maneira linear, pois no meio do caminho, pode ser preciso reformular ideias e começar tudo de novo seguindo outras metodologias e fazendo adaptações.

A quinta visão, *aproblemática e ahistórica*, quando se apresenta o cientista começando seu estudo do “nada”, sem nenhum objetivo claro e contextualizado, sem nenhum problema a ser resolvido, assim passa-se a impressão que o conhecimento científico é uma construção arbitrária. Retrata também a ciência sem uma história, mostrar como a mesma evoluiu, suas dificuldades, os obstáculos que foram precisos superar na construção do conhecimento científico é importante.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

A sexta visão, *exclusivamente analítica*, em que não se propõe a possível vinculação do problema abordado a diferentes campos da ciência, nem a conveniência de um tratamento interdisciplinar.

A sétima visão, *acumulativa*, de crescimento linear, em que não se mostra controvérsias, erros, retrocessos e competições nos trabalhos científicos. Na realidade nem sempre cientistas têm resultados positivos na condução das pesquisas.

Para os autores todas as visões andam juntas, pois se houver, por exemplo, uma visão *descontextualizada*, conseqüentemente haverá uma visão *individualista e elitista* e conseqüentemente uma visão *empírico-indutivista e atórica* e assim por diante. Por isso é tão importante que professores em formação na área de ciências possam trabalhar essas visões deformadas, caso isso não ocorra ele não terá argumentos para explicar para os alunos, por exemplo, que a ciência não é uma verdade absoluta, ou seja, ao passar do tempo, novas pesquisas podem modificar teorias, ou até mesmo abandonar teorias já aceitas. As visões deformadas indicam o quanto é importante se utilizar NC no ensino de ciências, pois o estudo da mesma utilizando história e filosofia da ciência de forma adequada poderia potencializar uma visão mais crítica sobre ciência.

Nas últimas décadas, vários trabalhos foram publicados sobre a importância de se ensinar Natureza da Ciência em salas de aula de ciências (por exemplo, Matthews, 1995, Porto, 2010, Lederman, 2006). Levando-se em consideração esses aspectos, percebe-se que a compreensão de NC é considerada fundamental para a formação de alunos e professores mais críticos e integrados com o mundo e a realidade em que vivem. Compreender NC significa saber do que a ciência é feita, o que e por que ela influencia e é influenciada, ajuda os estudantes a desenvolver visões mais esclarecidas sobre a ciência, uma vez que este conhecimento possui uma grande importância para que os mesmos desenvolvam a habilidade de tomar decisões bem informadas tanto pessoal quanto social (Lederman, 2006). A forma como pode-se incluir NC em sala de aula é muito discutida e ainda não se tem um consenso.

2. O QUE É NATUREZA DA CIÊNCIA?

Definir o que é natureza da ciência não é uma tarefa simples, tanto que ainda não se tem uma única definição e possivelmente não se terá visto a interdisciplinaridade existente. As divergências se dão justamente em áreas de ciências distintas e especializadas, principalmente entre filósofos e historiadores da ciência. Para os educadores, as divergências acabam sendo irrelevantes para a educação, por não terem diferenças relevantes (Lederman, 2006 apud Smith, Lederman, Bell, McComas & Clought, 1997). As diferenças dentre essas definições para o ensino de ciências não são relevantes, porque não estamos querendo formar cientistas, filósofos ou historiados no ensino básico e na formação de professores.

Natureza da ciência trata-se da epistemologia da ciência, a ciência como uma forma de conhecimento, os valores intrínsecos ao conhecimento científico e ao seu desenvolvimento (Lederman, 2006 apud Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002). Lederman (2006), propôs sete aspectos² de NC que são vistos como importantes a serem incluídos no currículo e nas aulas de ciências, são eles:

- I. Distinção entre observação e inferência: as observações são afirmativas descritivas sobre um fenômeno natural que são diretamente acessíveis aos sentidos e sobre as quais vários observadores podem chegar a um consenso com relativa facilidade. Por exemplo, objetos suspensos acima do solo, tendem a cair e bater no solo. Já, inferência são afirmativas sobre fenômenos que não são diretamente acessíveis aos sentidos. Por exemplo, objetos tendem a cair devido à gravidade.
- II. Distinção entre leis e teorias, que está intimamente relacionada a distinção entre observação e inferência. Leis são afirmativas ou descrições de relações entre fenômenos observáveis. Já, as teorias são explicações inferidas para fenômenos observáveis. Geralmente as pessoas possuem uma visão hierárquica entre teorias e leis, segundo a qual teoria se transforma em leis, mas as teorias são produtos tão legítimos da ciência quanto as leis.

² Os sete aspectos de NC propostos por Lederman foram retirados do capítulo do livro: Lederman, N.G.(2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In: L.B. Flick e N.G. Lederman, Scientific inquiry and nature of science: implications for teaching, learning and teacher education (p. 301-317).

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

- III. Imaginação e criatividade humana é o terceiro aspecto. Ao contrário do que se acredita no senso comum, a ciência não é totalmente sem vida, racional e uma atividade ordenada. A ciência envolve a invenção de explicações e isto requer uma grande dose de criatividade dos cientistas.
- IV. O conhecimento científico é subjetivo ou guiado por teorias. Os cientistas não começam suas pesquisas a partir de observações neutras. As observações são sempre motivadas por algum contexto, guiadas por teorias prévias, e adquirem significado em referência a questões ou problemas. E essas questões ou problemas, são derivadas de perspectivas teóricas.
- V. A ciência é um empreendimento humano praticado no contexto de uma ampla cultura e seus cientistas são produtos dessa cultura. Ou seja, a ciência afeta e é afetada pelos vários elementos e esferas intelectuais da cultura na qual está inserida.
- VI. A ciência é empírica, ou seja, o conhecimento científico tem que ser referenciado ao mundo natural o máximo possível para ser confiável. A necessária dependência da ciência em evidências empíricas é o que distingue como uma forma de conhecimento de outras disciplinas como filosofia e matemática. A base empírica da ciência é o aspecto que os alunos mais possuem facilidade, pois eles possuem ideias da sua vida escolar de que evidências e experimentos são importantes na ciência.
- VII. O conhecimento científico é provisório e sujeito a mudanças. Afirmativas científicas se modificam à medida que novas evidências se tornam possíveis graças ao avanço da teoria e da tecnologia, novas evidências são interpretadas a partir de teorias ou leis existentes, ou quando evidências antigas são reinterpretadas.

Esses sete aspectos sobre NC de Lederman são criticados por alguns autores, pois eles alegam que a lista não contempla alguns aspectos importantes de NC, por não levar em consideração as especificidades de cada área do conhecimento científico (Fernandes, 2017 apud Irzik & Nola, 2011; Matthews, 1998). Por exemplo, física e química são ciências que possuem um foco altamente experimental, já na astronomia e geologia isso nem sempre se aplica (Fernandes, 2017 apud Hodson & Wong, 2014). Neste trabalho defendemos a utilização

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A
APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

de NC no ensino de ciências apesar das controvérsias numa academia mais especializada, pois sabemos que os aspectos de NC não são limitados à apenas uma lista.

Os sete aspectos listados por Lederman (2006) e outros demais aspectos sobre NC (colaboração, papel da mulher, status, etc.) podem ser incluídos em sala de aula a partir da História e Filosofia da Ciência (HFC), assim tem sido utilizadas como formas de contribuir para uma melhor compreensão sobre NC, pois a partir da história é possível evidenciar o conhecimento científico e contextualizar a ciência (Moura, 2014). Para que os estudantes possam aprender aspectos de NC é necessário utilizar de diversas estratégias de ensino, como casos históricos, casos contemporâneos e atividades investigativas (Fernandes 2017, apud Allchin et al. 2014).

3. A IMPORTÂNCIA DE SE INSERIR NATUREZA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA UTILIZANDO HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA

Vários trabalhos destacam a importância de se utilizar HFC para se ensinar natureza da ciência (por exemplo, Silva e Moura, 2008; Cordeiro e Peduzzi, 2011). Apesar disso Thomas Kuhn, por exemplo, critica a utilização de HFC no ensino, pois para ele a história da ciência é utilizada para mostrar a realidade da prática científica, mas como essa realidade nem sempre mostra o ideal pretendido, é como se os alunos ficassem frustrados com essa realidade (Vilas Boas et al., 2013). Mas seu argumento não é suficiente para pesquisadores na área de educação em ciências desconsiderar HFC no ensino. Tanto que diversas pesquisas mostram o contrário, isto é, que desmistificar o ideário científico é o desejável. Essa ideia de Kuhn se dá porque ele não pensou na importância de se ensinar NC com o objetivo de educação para a cidadania, como já falamos anteriormente, visto que ele pensava no uso da história para a aprendizagem conceitual. Nesse trabalho partimos do pressuposto que a história é uma ferramenta muito importante no ensino principalmente para a aprendizagem sobre NC.

Michael Matthews (1995) defende a utilização de história e filosofia da ciência no ensino de ciências. Para ele, a HFC promove a compreensão de NC, pois podem: (i) humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, culturais, éticos e políticos da comunidade; (ii) tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo o desenvolvimento do pensamento crítico; (iii) contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, ou seja, superar o “mar de falta de significação” que inundou as salas de aula de ciências, pois fórmulas e equações são “jogadas” sem se explicar de onde vierem e porque utilizá-las; (iv) podem melhorar a formação de professores auxiliando no desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, isto é, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (p. 165, 1995)

A HFC pode ser utilizada tanto no ensino de ciências quanto na formação de professores, de forma “contextualista”, ou seja, uma educação em ciências, onde estas devem

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

ser ensinadas em seus diversos contextos, sejam eles: éticos, sociais, históricos, filosóficos e tecnológicos (Matthews, 1995). Sabemos que a história e filosofia da ciência andam interligadas, mas neste trabalho iremos discutir a utilização da história da ciência na compreensão de natureza da ciência no ensino.

De acordo com Paulo Alves Porto (2010), em *“História e Filosofia da Ciência no ensino de Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade”*, na década de 30 do século 20, no Brasil, se entendia que o ensino de Química não deveria se construir apenas de conteúdo, pois já existia a preocupação em ensinar valores relativos à ciência e aspectos de sua produção histórica. Mesmo que a forma como essa produção era entendida (linear, acumulativa, feita por “gênios”), fosse bem diferente de como entendemos o processo da ciência na atualidade, podemos perceber que já faz um tempo que há tentativas de mudanças do currículo de ensino de ciências no Brasil.

Sabemos que não é simples utilizar HFC na sala de aula. Alguns entraves dificultam a utilização dessa abordagem de ensino pois, por exemplo, serão necessários novos materiais didáticos, porque a maioria dos livros trazem apenas um pequeno recorte apresentado em um quadro no canto da página, mostrando qual cientista descobriu algum fenômeno, o ano de seu nascimento e morte, isso não é utilizar história da ciência, como já vimos ela deve ser contextualizada. Será necessário também professores capacitados, ou seja, professores que saibam utilizar e elaborar atividades adequadas utilizando história da ciência, essa capacitação se dá na graduação ou em uma formação continuada de professores. A forma de contar a história deve ser articulada ao conteúdo científico, pois não basta levar apenas um texto para a sala de aula a fim de tornar a aula diferenciada, ou seja, mais interessante para o aluno, se esse texto não tiver nenhum propósito de ensinar algum conteúdo de ciências. Segundo Klein (1972, apud Matthews, 1995), se for utilizar uma história de má qualidade, é melhor nem incluí-la no planejamento da aula. Fontes de informação devem ser escolhidas com muita atenção, a história deve estar clara, sem erros grosseiros, sem ignorar a relação entre o processo de produção de conhecimentos na ciência e seu contexto, não deve dar a entender que o conhecimento científico progride apenas por meio de descobertas fabulosas realizadas por cientistas geniais, etc.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

A história da ciência contextualiza os conhecimentos estudados em sala de aula de forma a mostrar como o conhecimento científico é construído, e com isso ajuda a desmistificar muitas ideias errôneas sobre o mesmo. Mas é claro que não é simples conseguir que os alunos aprendam *ciência*, *sobre ciência* e a *fazer ciência* através da história. O professor deve estar capacitado a utilizar estratégias didáticas adequadas a fim de os alunos desenvolverem seus conhecimentos, sabendo analisar e escolher textos adequados para cada assunto abordado, para a aula não continuar sendo conteudista, ou seja, sem explicações adequadas da epistemologia do conteúdo ensinado, ou ser apenas uma aula de história e não de ciências. Alguns cuidados devem ser tomados e serão expostos a seguir.

Até pouco tempo atrás o ensino de história da ciência era dominado pela abordagem *internalista*, ou seja, uma história que se preocupava apenas com os fatos científicos. A história não era contextualizada em termos gerais, relatando, por exemplo, a época que o cientista viveu e o que estava ocorrendo de importante no momento, o porquê um determinado cientista começou a estudar tal assunto e se tinha algum objetivo social (Porto, 2010). Atualmente essa abordagem não é recomendada, pois é fundamental que se mostre através da história, as transformações das ideias de forma contextualizada, ou seja, utilizando abordagem *externalista*. A abordagem *internalista* é insuficiente, pois pode passar uma ideia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, devido a descobertas de cientistas, isolados do contexto social, econômico ou político da época. Ambas as abordagens podem ser utilizadas conjuntamente, dependendo do que o professor quer trabalhar em determinado momento. Outro problema na abordagem histórica é o *anacronismo*, ou seja, abordar a história de trás para frente, buscando estabelecer no passado linhas de continuidade que trouxeram até os conceitos existentes no presente. Buscar os precursores das ideias estabelecidas na ciência atual é como contar uma pseudo-história, uma história que omite fatos (Porto, 2010).

As aulas utilizando história da ciência podem ser realizadas de forma que os alunos possam investigar algo feito pelos cientistas. Pode-se trabalhar com a *reprodução de experimentos históricos*, ou seja, reproduzir experimentos que cientistas já realizaram (os experimentos não devem abordar réplicas exatas), com o intuito de o estudante perceber que os conhecimentos não surgiram como “um passe de mágica”, levando os alunos a pensar de

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A
APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

forma similar aos contextos de investigação vivenciados pelos cientistas. Também pode-se trabalhar com *estudo de casos* mostrando o contexto que influenciou as pesquisas e acarretou nas mudanças, os desafios enfrentados pelos cientistas, o trabalho da comunidade científica, em equipe, envolvendo colaboração, argumentação, controvérsias históricas, inexistência de um método científico, etc. Trabalhar ainda com *júri e debates* levando os alunos a compreenderem a existência de distintos pontos de vista baseados num mesmo conjunto de dados, defendendo ideias que não são aceitas pela comunidade atual pensando-se no contexto histórico de produção e desenvolvendo as habilidades argumentativas (Justi & Mendonça, 2016).

4. UTILIZANDO DE CONTRÓVERSIAS HISTÓRICAS PARA APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

Pensando nessas formas de se trabalhar com história da ciência, vários trabalhos têm sido realizados sobre como os estudos de casos históricos podem contribuir na aprendizagem de NC (Justi e Lima 2015; Briccia e De Carvalho, 2011). O estudo de caso, segundo Porto (2010), é definido como uma análise, com certa profundidade, de um episódio da história da ciência. Para ele, os estudos de caso determinam um problema surgido na época que levaram o cientista a uma determinada conclusão, as hipóteses apresentadas, os fatos que levaram a aceitação ou abandono de determinada hipótese, ou seja, os estudos de caso devem possibilitar que os alunos compreendam a natureza do empreendimento científico. Não queremos dizer neste trabalho que o professor deve utilizar a história da ciência atrelada à um estudo de caso para ensinar todos os conteúdos, mas à medida que for possível ele deve introduzi-la em suas aulas, para discutir com os alunos como é construído o conhecimento científico.

Os estudos de casos históricos no ensino de ciências precisam ser bem fundamentados evitando uma visão distorcida, caricata ou ingênua do que aconteceu na realidade. Esses estudos podem ser transformados em atividades que favorecem as discussões reflexivas, a construção de argumentos, a tomada de decisões e desconstrução de visões distorcidas da ciência. Essas atividades são elaboradas a partir do trabalho de produzir o caso pela seleção das fontes históricas, e depois deve-se pensar como trabalhar com ele, ou seja, com quais objetivos.

Estudos mostram que a utilização de controvérsia histórica se constitui do uso da história da ciência para se trabalhar a argumentação e NC (Archila, 2015), por favorecer a promoção de debates e tomadas de decisão e uma visão mais ampla sobre a ciência dentro de um contexto. De acordo com Dascal (1994):

“Uma controvérsia é um tipo de polêmica que ocupa uma posição intermediária entre a discussão e a disputa. Pode começar com problema específico, porem rapidamente se expande a outros problemas e revela divergências profundas. Estas envolvem tanto atitudes e preferencias opostos como desacordos sobre os métodos vigentes para solucionar os problemas”

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

A história da ciência pode ser caracterizada como uma sequência de controvérsias. Por isso, partir das controvérsias é possível se trabalhar a natureza da ciência. Como já vimos anteriormente, a história da ciência é uma forma imprescindível de se abordar NC, pois a partir das histórias é possível desmistificar muitas visões errôneas sobre a ciência. Podemos ver, por exemplo, que o conhecimento científico não é validado, ou provado de um dia para outro, há um envolvimento enorme entre os cientistas até se chegar a um consenso, seja a partir de experimentos ou teorias. A partir das controvérsias históricas é possível exercer uma atividade crítica, construir a partir de diálogos o sentido de determinadas teorias, produzir inovações e mudanças e manifestar a racionalidade ou irracionalidade do empreendimento científico (Dascal,1994). Para se haver uma controvérsia é necessário pelo menos duas respostas diferentes sobre um determinado problema.

Ainda são poucos os trabalhos que relacionam a importância de ensinar NC utilizando controvérsias históricas na educação básica e na formação de professores de ciências. Alguns autores, entre eles Justi & Mendonça (2014) e Fernandes (2017), mostram em suas pesquisas quais aspectos sobre natureza da ciência são reconhecidos como importantes por professores em formação quando participaram da discussão de uma controvérsia relacionada com história da ciência. Nesses trabalhos os resultados mostram que os alunos que participaram das atividades, no caso um júri-simulado envolvendo uma controvérsia histórica, conseguiram, a partir de leituras de textos históricos, elencar várias das características de NC, a produção e o uso do conhecimento científico. Destaca-se que as autoras citadas utilizaram o portfólio como método de investigação, por possibilitar uma avaliação daquilo que o sujeito elenca como importante em seu processo de aprendizagem, possibilitando, portanto, auto-avaliação e auto-reflexão (Fernandes, 2017).

Neste trabalho pretendemos investigar como alunos de graduação, de licenciatura em química, isto é, professores em formação inicial, conseguem compreender sobre NC a partir da abordagem de uma controvérsia histórica relativo à descoberta do oxigênio. Essa controvérsia foi escolhida por ser um estudo de caso interessante, em que os alunos deverão chegar a uma resposta sobre a pergunta: quem descobriu o oxigênio? Na maioria dos livros de Química, o cientista que leva esse mérito é Antonie Lavoisier, mas a partir das leituras históricos os alunos poderão investigar, utilizando de evidências, se isso é verdade ou não. Vale ressaltar que

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A
APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

nessas leituras não são expostas nenhuma resposta direta para o caso, ou seja, o sujeito deve refletir a partir de evidências.

5. OBJETIVO

Tendo em vista a importância da inserção do tema Natureza da Ciência em salas de aulas do ensino básico e as dificuldades enfrentadas pelos professores de Ciências para introduzirem o assunto, este trabalho tem como objetivo investigar como uma controvérsia histórica sobre ciência (descoberta do oxigênio) contribui para a aprendizagem de NC de professores em formação inicial no curso de Química da Universidade Federal de Ouro Preto.

6. A HISTÓRIA DA CONTROVÉRSIA DO OXIGÊNIO

Apresentaremos o caso da descoberta do oxigênio baseado nos textos históricos que foram utilizados na atividade.

Pode-se dizer que a controvérsia da descoberta do oxigênio se iniciou em 1770, quando no meio científico começa uma enorme competição mundial com o intuito de investigar do que o ar era composto, período denominado como a “caça aos ares”. Isso se inicia graças aos estudos de alguns cientistas escoceses, Stephen Hales (1671-1761); William Cullen (1710-1790); Joseph Black(1728-1799) e Joseph Priestley (1794-1797), que pretendiam desvendar o ar. Esses cientistas realizam seus estudos utilizando a *teoria do flogisto*, que foi proposta em 1669 pelo alquimista alemão Johann Joachim Becher. Mas essa teoria só veio à tona em 1703, quando Stahl escreveu em uma de suas obras que o flogisto era considerado um princípio inflamável, ele afirmou ainda que qualquer metal é formado pela combinação de uma matéria terrosa (denominada “cal”), com uma substância que é sempre a mesma (que seria o flogisto). A palavra flogisto derivou do termo “arder” do grego.

O flogisto era um material que estava contido no ar, mas que até então nenhum cientista sabia do que se tratava. Todas as substâncias inflamáveis continham flogisto, que era liberado no processo de combustão. Assim a combustão era o resultado do flogisto abandonar a matéria que estava sendo queimada indo para o ar, ou seja, quando o metal é queimado o flogisto abandona-o deixando as cinzas. A ideia do flogisto nos diz que os minérios são mais simples que os metais. Quando se aquece os minérios o flogisto da queima do carvão se combina para produzir metais. A calcinação e a ferrugem do ferro são o resultado da perda do flogisto dos metais. Já a respiração tem a função de remover o flogisto do corpo para o ar. Após essa notícia vir à tona na comunidade científica, os cientistas se interessaram no assunto e começaram estudos para desvendar o tal gás flogisto.

Os cientistas que mais se destacaram nesses estudos e que dividem a trama da descoberta do oxigênio são: Carl Wilhelm Sheele (1742-1786), Joseph Priestley e Antonie Laurent Lavoisier (1743–1794). Sheele era de nacionalidade sueca e um modesto boticário. Por ter uma condição de vida não muito elevada, ele possuía dificuldades em se comunicar com o

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

meio científico, não sendo muito conhecido. Priestley, era teólogo e britânico e primogênito de um alfaiate, um pastor protestante, mas que aos 30 anos descobriu sua paixão pela ciência, realizando suas pesquisas como um passatempo. Lavoisier, de Paris, estudou matemática, depois foi para o direito e se tornou funcionário público. Mas se dedicava aos estudos científicos em seu laboratório todos os dias.

Sheele se interessou pela química ao trabalhar como um boticário e acabou aprendendo muitas coisas trabalhando como farmacêutico. Interessado na *teoria do flogisto* de Stahl, em 1772, Sheele, a partir de vários experimentos, aquecendo alguns compostos, como: óxido de mercúrio, ácido nítrico e nitrato de potássio, isolou pela primeira vez um gás, que denominou de ar de fogo (que hoje seria o oxigênio). Assim ele concluiu que a atmosfera era composta por nitrogênio (ar viciado), que impedia a combustão, e o outro gás, o ar de fogo, que alimentava a combustão. Contudo, Scheele não publicou essa descoberta tão grandiosa para a ciência, talvez por não ter um status social favorável para se comunicar e por morar longe do pólo científico do momento, que era a França. Os outros cientistas então não souberam dos resultados de suas pesquisas.

Em 1774, Priestley realizou um experimento colocando um pedaço de óxido de mercúrio em um recipiente e observou um gás com propriedades totalmente diferentes dos que ele conhecia era liberado. Observou ainda que o gás aumentava a combustão da chama de uma vela. Ele nomeia esse gás como ar desflogisticado ou ar bom, usando a *teoria do flogisto* como base em sua pesquisa. Priestley publicou sua descoberta em 1774. Pode ser reconhecido como o primeiro cientista a isolar o gás “oxigênio”. Sheele, só publicou sua descoberta em 1777, muito tarde para levar esse reconhecimento. Priestley realizou vários experimentos utilizando a *teoria do flogisto*, com ratos e plantas dentro de um recipiente observando pela primeira vez a fotossíntese, mas é claro sem saber ainda do que se tratava.

Scheele e Priestley sempre utilizam a *teoria do flogisto* em seus estudos para a “caça aos ares”. Pelos estudos do último, ainda estava longe de se desvendar o processo de combustão. A química ainda não poderia ser considerada uma ciência propriamente dita, os cientistas até então não se preocupavam com a pesquisa quantitativa nos estudos sobre o flogisto e sim apenas com a qualitativa e por isso até esse momento a *teoria do flogisto* foi funcionando.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

Lavoisier, em 1774, iniciou seus estudos mais profundos sobre a combustão. Antes ele já dizia que a água não era uma substância pura, era formada a partir da combinação do “ar inflamável” (hidrogênio) e ar “desflogisticado” (oxigênio). Lavoisier percebeu que ele deveria conduzir seus estudos sobre a combustão de maneira mais quantitativa. Então ele começou a utilizar balança em suas pesquisas, e após vários experimentos realizando muitas medições na balança, Lavoisier concluiu que quando um metal arde, ele ganha peso ao invés de perder (que era o que a *teoria do flogisto* dizia). Essa seria a prova que Lavoisier toma para refutar a teoria, ele percebe que ela não conseguiria mais explicar as reações de oxidação, combustão, calcinação etc. Lavoisier agora conseguia explicar a combustão, a calcinação, oxidação dentre outros fenômenos por meio da suposição de presença do ar nos minerais. Mas ainda ele não sabia claramente o que seria esse ar. Ainda ficando em dúvida se suas ideias são coerentes ou não, demorando um tempo para abandonar a *teoria do flogisto*, em 1776, Lavoisier admitiu em correspondência que tinha mais confiança nas ideias de Priestley sobre o flogisto do que em suas próprias ideias (Holmes 1985, p.60).

Em 1777, Lavoisier descreveu o “ar puro” ou “ar eminentemente respirável” como um dos ingredientes do ar atmosférico, ou seja, para ele o agente na combustão e calcinação era uma parte separada do ar. Mesmo percebendo que a *teoria do flogisto* não conseguia explicar suas novas descobertas, Lavoisier ainda não consegue deixa-la de lado, dizendo:

“Ao atacar aqui a doutrina de Stahl, não é minha intenção substituí-la por uma teoria rigorosamente demonstrada, mas apenas por uma hipótese que me parece ser mais provável, mais conforme às leis da natureza, e que parece envolver explicações menos artificiais e menores contradições”.
(Knickerbocker 1962, p. 134)

Em 1783, Lavoisier decidiu deixar a *teoria do flogisto* de lado e arrasa com Sthal. Lavoisier se referiu ao ar puro ou ar eminentemente respirável como “princípio do oxigênio”. Lavoisier então rejeitou completamente a *teoria do flogisto*, e afirmava que o gás era um composto³. Em 1789, Lavoisier conseguiu desvendar o gás oxigênio e concluiu que era um elemento químico que se encontra junto do calor, da luz e dos gases hidrogênio e nitrogênio. Os óxidos são produzidos pela oxidação dos metais e objetos não metálicos queimam quando combinados com oxigênio para produzir calor e luz. Então Lavoisier concluiu seus estudos,

³ Composto para Lavoisier seria uma substância com dois ou mais átomos de elementos diferentes.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A
APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

refutando a *teoria do flogisto*, mas Priestley nunca aceitou suas ideias e foi até o fim com a antiga teoria realizando pesquisas a fim de questionar Lavoisier.

7. METODOLOGIA

7.1 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS

Para essa pesquisa foi desenvolvida uma atividade argumentativa sobre a controvérsia da “descoberta do oxigênio” com 12 alunos do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal de Ouro Preto que cursaram a disciplina eletiva Argumentação no Ensino de Química (Qui514) no semestre 2016/2 (Para mais detalhes sobre a disciplina, consultar Anexo 1). A disciplina citada tinha como objetivo geral o desenvolvimento das habilidades argumentativas dos licenciados e, para isso, foram utilizadas atividades com esse propósito. A controvérsia citada foi desenvolvida pelos alunos em dois dias de aula, sendo que cada aula possuía a duração de três horas. A opção por controvérsias históricas na disciplina se deveu aos estudos que mostram que se constitui de um uso da história da ciência para se trabalhar a argumentação e NC (Archila, 2015), pois como já dito anteriormente pode favorecer a promoção de debates e tomadas de decisão e uma visão mais ampla sobre a ciência dentro de um contexto.

A descoberta do gás oxigênio pode ser entendida como uma controvérsia, pois na descoberta dele, pelo menos três cientistas – Priestley, Scheele e Lavoisier –, estiveram envolvidos. Todos eles tiveram colaboração nos estudos, mas será que todos deveriam ganhar o mérito ou apenas um? O que se entende por descoberta na ciência? Será que isso influencia no julgamento do mérito de cada cientista? Tais questões tornaram a atividade potencialmente motivadora para o engajamento em argumentação. Além disso, supõe-se que também engajadora para a compreensão de aspectos de NC.

A pesquisa aqui relatada busca analisar o potencial de uma controvérsia específica no entendimento de alguns aspectos de NC, pois por ela ser utilizada de forma muito interessante no ensino via debate, os alunos conseguem trabalhar a argumentação e tomada de decisão (Archila, 2005), que será muito importante na vida social dos mesmos. Devido os textos históricos utilizados possuírem várias dessas características e o assunto ser bastante interessante, isso poderia ser promissor para que os licenciandos entendessem um pouco mais de NC.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

Inicialmente a turma era composta por 14 alunos, incluindo a autora deste trabalho, mas apenas nove responderam ao questionário, três pessoas pararam de frequentar a disciplina ao longo do período e uma pessoa não realizou a atividade. Os alunos que cursavam a disciplina eram de períodos distintos do curso de graduação em Química Licenciatura (composto por oito períodos noturnos), devido ser uma disciplina eletiva sem pré-requisitos, sendo que no momento da disciplina eles cursavam os períodos 3º, 5º e 8º. Isto indica que a turma era heterogênea no que se refere aos conhecimentos sobre química e ensino de química, todavia apenas a aluna do 8º período havia estudado formalmente no curso de graduação o tema natureza da ciência (6º período do curso), mas isto não foi feito atrelado ao caso da descoberta do oxigênio.

Os resultados do trabalho foram obtidos a partir da análise de uma resposta de um questionário (questão 4) que os alunos da disciplina eletiva Argumentação no Ensino de Química responderam como atividade avaliativa (ver Anexo 2).

Como a autora deste trabalho também frequentava a disciplina já com a intenção da pesquisa, não foi realizada a análise de suas respostas, pois já havia lido os textos bem antes da atividade com a intenção de aprofundar no caso e no entendimento de Natureza da Ciência. Assim, serão analisadas respostas de oito alunos, com intuito de perceber como o caso histórico pode contribuir para o entendimento sobre ciência naquele contexto.

Na primeira parte da atividade os alunos deveriam ler sete artigos que relatam a história da descoberta do oxigênio e vida dos três principais cientistas envolvidos. Após a leitura, deveriam responder à algumas perguntas (Anexo 2): (i) o que eles entendem sobre descoberta na ciência; (ii) analisar evidências nos textos que tornem cada um dos cientistas merecedores da descoberta; (iii) julgar como o episódio histórico estudado ajudou a entender sobre o desenvolvimento do conhecimento científico, e relatar os aspectos sobre ciência que ficaram claros a partir de exemplos dos textos. Após essa atividade ser entregue à professora (por *e-mail*), o que correspondeu a duas semanas de contato com os textos, passou-se para a segunda parte do estudo, no qual cada aluno deveria argumentar sobre qual/quais cientista(s) deve(m) ganhar um Retro Prêmio Nobel pela descoberta do oxigênio, isto é, se fossemos dar um prêmio a um cientista do Século XVIII sobre a grande descoberta do gás, quem deveria ser o merecedor, um cientista, dois deles ou os três?. Essa parte foi realizada a partir de um

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

debate em sala de aula, em que primeiramente cada aluno respondia a pergunta escolhendo qual(ais) cientista(s) eles dariam o mérito da descoberta do oxigênio e apresentava sua justificativa. Em seguida, os alunos foram divididos em grupos, com pessoas que defendiam os mesmos cientistas e escreveram um texto argumentativo utilizando evidências dos textos para defender suas ideias. Após a elaboração dos textos, cada grupo fez a leitura dos mesmos e os demais grupos poderiam argumentar sobre os textos dos outros grupos de forma a concordar ou não com algum dado. Esse debate teve o intuito dos alunos analisarem se as evidências que os demais grupos escolheram conseguiam ou não ser condizentes com o(s) cientista(s) escolhido(s) para levar o mérito.

Para a aula seguinte, os alunos deveriam ler algumas partes do texto (p. 17-19, 63-81, 85-97) retirados do livro Oxigênio (Hoffmann & Djerassi, 2004), que se trata de uma peça de teatro, que se passa em uma corte para julgar quem é merecedor da mérito da descoberta do oxigênio, Priestley, Scheele ou Lavoisier. A escolha da peça foi feita com o objetivo de ver se a partir de novas evidências que o livro trás, se algum aluno mudaria de ideia sobre o posicionamento adotado na aula anterior. Ressalta-se que o livro não trás uma resposta de quem ganhou o prêmio, justamente por ter o objetivo de o leitor decidir para quem dar o mérito. Destaco que a análise da argumentação não é o foco desse trabalho, pois um estudo minucioso da influência da disciplina na argumentação dos estudantes será pesquisado por uma aluna de mestrado.

Como as fontes selecionadas abordam Natureza da Ciência, podemos analisar o impacto que a atividade teve para aprendizagem de NC. Essa atividade não foi realizada de forma a comparar o que os alunos sabiam antes da controvérsia sobre NC e o que eles aprenderam depois, pois queremos analisar no contexto da atividade para investigar como a controvérsia colabora para o entendimento de Natureza da Ciência, isto é, o que chamou mais a atenção de cada licenciando sobre ciência com a leitura do estudo de caso.

Como pode-se perceber a controvérsia foi desenvolvida numa sequência de aulas, todavia, para esse trabalho de conclusão de curso, selecionamos apenas a atividade escrita (entregue na 1ª aula sobre a controvérsia) como objeto de análise. Isto porque como queremos analisar as características de Natureza da Ciência que os alunos conseguiram

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

perceber com a leitura dos textos, a análise da questão seria suficiente para nossa análise, pois os debates em sala de aula, focaram mais em trabalhar a argumentação com os licenciandos.

7.2 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

Para análise das características de NC apresentadas pelos licenciandos na atividade solicitada na disciplina Qui514, foi feito estudo detalhado de cada uma das referências consultadas por eles buscando identificar quais aspectos que caracterizam a ciência baseado nas evidências trazidas nas histórias. As referências estão listadas a seguir, elas foram selecionadas pela professora da disciplina em colaboração com uma aluna de mestrado, que também coletou dados para pesquisa no contexto da referida disciplina.

Texto 1: FIGUEIREDO, M. *Antoine Laurent de Lavoisier*. DQUI da Universidade de Évora e Centro de Química de Évora. Publicado no semanário Registo, Ed. 193, 2012.

Texto 2: WELIKSON, C. Carl Wilhelm Scheele. Creative Commons. Disponível em http://web.ccead.pucrio.br/condigital/mvsl/linha%20tempo/Scheele/pdf_LT/LT_scheele.pdf. Acesso em: 05/06/2017

Texto 3: WELIKSON, C. Joseph Priestley. Creative Common. Disponível em: http://web.ccead.pucrio.br/condigital/mvsl/linha%20tempo/Priestley/pdf_LT/LT_priestley.pdf. Acesso em: 05/06/2017.

Texto 4: MARTINS, R.A. *Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de ares e os seres vivos*. Filosofia e História da Biologia, v. 4, p. 167-208, 2009.

Texto 5: CARNEIRO, A. *Elementos da História da Química no século XVIII*. Disponível em: <http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/627/article/30001320/pdf>. Acesso em: 05/06/2017.

Texto 6: BRITO, A.A.S. *Flogisto, calórico e éter*. Ciência & Tecnologia dos Materiais, Vol. 20, n.º 3/4, 2008

Texto 7: THAGARD, P. A estrutura conceitual da revolução química. Princípios, Natal, v. 14, n. 22, p. 265-303, 2007.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

Para analisar os textos criou-se um quadro analítico (quadro 1), no qual apresentamos categorias para identificar as características de NC salientes a cada texto, seguido de elementos dos textos que visam justificar cada uma das categorias.

Quadro 1: Características de NC encontradas nos textos sobre a controvérsia da descoberta do oxigênio.

Características de NC	Textos
<i>Papel da mulher na ciência</i>	1 e 5
<i>Colaboração na ciência</i>	1, 3, 4, 5, 6 e 7
<i>Cientistas defendem suas teorias por muito tempo</i>	1, 2, 4, 5, 6 e 7
<i>Conhecimento científico é provisório</i>	1, 3, 4, 5, 6, e 7
<i>Publicação na ciência</i>	2, 3, 4, 6, e 7
<i>A ciência influencia e é influenciada pelo contexto social, econômico, cultural e religioso.</i>	2, 3, 4, e 5
<i>A ciência é conduzida por pessoas normais e não por gênios</i>	3 e 4
<i>Os dados observados devem ser interpretados de acordo com teorias</i>	4, 6 e 7
<i>Produção do conhecimento científico é não linear</i>	4, 5, 6 e 7
<i>Interdisciplinaridade na ciência</i>	3 e 4

Na seção de resultados e discussão dos resultados as características de NC identificadas pelos alunos serão listadas no quadro 2 (seção de resultados e discussão dos resultados) e discutidas posteriormente. O nome das categorias de NC apresentadas no quadro 2 é uma interpretação da pesquisadora, isto é, é uma categoria que retrata o que os alunos relataram, mesmo que com termos distintos. Essas categorias estão relacionadas como no quadro 1, para manter uma norma na escrita e facilitar a compreensão do leitor de qual característica de NC se trata, já que na metodologia elas são devidamente explicadas.

Apontamos também se as características foram apresentadas de forma explícita, ou seja, se o aluno traz a característica e a relaciona com um exemplo retirado da história da controvérsia do oxigênio de forma coerente. Destacamos isso, pois alguns apresentaram

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

alguns exemplos soltos, ou seja, sem estar relacionado diretamente com a característica destacada por ele.

A seguir as características de NC relacionadas no quadro 1 são descritas e exemplificadas utilizando elementos dos textos.

1. *Papel da mulher na ciência*

A ciência geralmente é citada e lembrada apenas com homens brancos na produção do conhecimento científico, as mulheres (assim como outras minorias) são esquecidas. Assim, como mencionam Cachapuz et al. (2005) e Chassot (2000), reforça-se uma visão masculina, individualista e elitista da ciência.

A esposa de Lavoisier, Anne-Marie Paulze Lavoisier, o ajudava muito em suas pesquisas, traduzia textos do inglês para o francês e também desenhava vidrarias, ilustrando muitas de suas obras. Mesmo ela não tendo sido considerada formalmente como cientista, ela esteve bem de perto em todo empreendimento científico do esposo.

2. *Colaboração na ciência*

A produção do conhecimento científico ocorre a partir da colaboração entre vários cientistas, o que pode ser no mesmo espaço físico, na mesma equipe de trabalho ou utilizando-se dos conhecimentos produzidos por outros cientistas em momentos anteriores. Os textos trazem essa característica quando mostram que os estudos sobre o oxigênio foram iniciados a partir da teoria do flogisto, criada por Sthal (1703), sendo posteriormente utilizada por Sheele (1772) e Priestley (1774) para explicar os resultados das reações com o novo gás. Lavoisier utilizou de experimentos já realizados pelo último. Apesar deles não terem trabalhado conjuntamente (Priestley morava na Inglaterra e Lavoisier na França), as ideias de cada um foram importantes para Lavoisier (1780) definir claramente qual era o gás que todos estudavam. Como discutido na categoria anterior, os estudantes e professores de ciências tendem a pensar que a ciência é feita por homens isolados em seus laboratórios (Cachapuz et al. 2005), portanto a controvérsia pode ajudar no melhor entendimento dessa visão deformada sobre ciência ao possibilitar visualizar o trabalho coletivo.

3. *Cientistas defendem suas teorias por muito tempo*

Os cientistas utilizam de seus conhecimentos prévios, de teorias já existentes e do contexto histórico, político ou social para iniciarem seus estudos e se apegam a suas teorias sendo difícil de “deixa-las”, mesmo quando determinados estudos provam que ela já não consegue explicar algum fenômeno. Tal característica tem relação com as ideias de *cinturão protetor*⁴ de Lakatos e *ciência normal e paradigmas de pesquisa*⁵ de Thomas Kuhn (Chalmers, 1992).

Nesses textos essa característica é bem clara, porque os cientistas ficaram anos defendendo e estudando a teoria do flogisto, formulada por Sthal. Lavoisier demorou a deixar a teoria do flogisto de lado em seus estudos, mesmo percebendo que ela já não conseguia explicar os novos fenômenos que ele observava, ele tinha dificuldades em abandonar a mesma. Só em 1783 já no final dos estudos sobre o gás oxigênio que Lavoisier abandona a teoria do flogisto. Priestley não concordava, e ainda acreditava nas ideias do flogisto e ficou durante anos em discordância com Lavoisier.

4. *Conhecimento científico é provisório*

O conhecimento científico não é uma verdade absoluta, ele pode ser reformulado a partir de surgimento de novas evidências e explicações sobre elas. Podemos ver isso a partir do abandono da *teoria do flogisto* por Lavoisier para explicar o comportamento do gás oxigênio em reações, como as combustões e calcinações. Cabe ressaltar que isso ocorreu durante um longo período de tempo na história da ciência.

⁴ *Quaisquer modificações ao cinturão protetor de um programa de pesquisa devem ser capazes de serem testadas independentemente. Cientistas individuais ou grupos de cientistas são convidados a desenvolver o cinturão protetor de qualquer maneira que quiserem, contanto que seus passos ofereçam a oportunidade de novos testes e, portanto, a possibilidade de novas descobertas. (Chalmers, 1939, p. 117)*

⁵ *Um paradigma é composto de suposições teóricas gerais e de leis e técnicas para a sua aplicação adotadas por uma comunidade científica específica. Os que trabalham dentro de um paradigma, seja ele a mecânica newtoniana, ótica de ondas, química analítica ou qualquer outro, praticam aquilo que kuhn chama de ciência normal. Os cientistas normais articularão e desenvolverão o paradigma em sua tentativa de explicar e de acomodar o comportamento de alguns aspectos relevantes do mundo real tais como relevados por meio dos resultados de experiências. Ao fazê-lo, experimentarão, inevitavelmente, dificuldades desse tipo fugirem ao controle, um estado de crise manifestará. Uma crise é resolvida quando surge um paradigma inteiramente novo que atrai a adesão de um número crescente de cientistas até que eventualmente o paradigma original, problemático, é abandonado. (Chalmers, 1939, p. 123)*

5. *Publicação na ciência*

Os cientistas devem publicar seus estudos para mostrar à comunidade científica seus resultados para serem discutidos e aceitos ou não por ela. Isso é muito importante na ciência, pois de nada adianta o cientista descobrir algo se ele não compartilhar com os pares seja dado o *status* de conhecimento a algo e para se avançar a discussão no campo de conhecimento.

Sheele (1772) foi supostamente o primeiro cientista a descobrir o oxigênio, mas ele não fez nenhuma publicação sobre isso, até que Priestley (1774), também descobriu e publicou antes dele e ficou conhecido como o primeiro a isolar e descobrir o gás flogisto (chamado assim até então).

Priestley criou a água gaseificada artificialmente, ou seja, dióxido de carbono dissolvido em água, e publicou essa descoberta. Muitos anos depois de sua descoberta, a indústria de refrigerante veio a utilizar essa nova prática. Priestley então foi eleito para ser membro da Academia de Ciências Francesa, e foi o que o motivou a trabalhar com gases.

Lavoisier sempre publicava resultados de seus experimentos para a comunidade científica, não apenas para mostrar suas descobertas, mas a fim de compartilhar com outros cientistas que poderiam o ajudar a desvendar o tal gás.

6. *A ciência influencia e é influenciada pelo contexto social, econômico, cultural e religioso*

O status do cientista é levado em conta quando ele publica algo, ou seja, se ele é de família de cientistas renomados, se ele mora em um país desenvolvido cientificamente e possui boas condições de estudo. Possivelmente suas descobertas terão mais relevância do que as de um cientista com poucos recursos e pouco conhecido na comunidade científica.

Sheele não era um cientista muito conhecido na época e também não se localizava em um país desenvolvido cientificamente, ele era de uma província Sueca, talvez por isso ele não teve condições de publicar suas descobertas e também não tinha boas influências no meio científico.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

Priestley apesar de não ter uma profissão relacionada com a ciência, ele era da Inglaterra, um país desenvolvido cientificamente, falava várias línguas. Por isso, seus estudos foram bem reconhecidos tornando-se membro da Academia de Ciências Francesas em sua primeira descoberta.

Lavoisier possuía boas condições por ser funcionário público para custear suas pesquisas, ele era um cientista renomado por viver na França, um país desenvolvido cientificamente, e também era membro da Academia de Ciências Francesa.

7. A ciência é conduzida por pessoas normais e não por gênios

Quando se pensa em um cientista, geralmente vem em mente um homem muito inteligente, isolado da sociedade, que vive em um laboratório de jaleco branco fazendo pesquisas durante todos os dias da semana, sem descanso (Cachapuz. et al. 2005). Um cientista é uma pessoa “normal”, com sentimentos e que realizava atividades normais de um humano. Nos artigos são retratados cientistas que têm outras profissões, sendo a ciência apenas uma curiosidade e passatempo, dedicado de forma amadora. Sendo que isso é válido para a ciência praticada naquela época retratada nos artigos (século XVIII), e não para os tempos atuais, pois a ciência passou a ser praticada nos âmbitos dos laboratórios e centros de pesquisa por cientistas profissionais.

Priestley não era químico, era teólogo e pastor, e aos 33 anos descobriu sua paixão pela ciência e realizou importantes estudos e descobertas. Era casado e tinha três filhos.

Tanto Sheele quanto Lavoisier também eram casados e possuíam uma vida “normal”, e possuíam outra profissão (boticário e funcionário público).

8. Os dados observados devem ser interpretados de acordo com teorias

A ciência necessita de evidências empíricas para se comprovar algo, ou seja, a ciência é empiricamente fundamentada (Lederman, 2006), mas cada pessoa pode interpretar essas observações de diferentes formas, por isso é importante relacionar o experimento sempre com a teoria, não se deixar levar somente pela observação.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

Priestley realizou vários experimentos com animais e plantas. Ele realizou-os diversas vezes, pois nem todos apresentaram os mesmos resultados, como por exemplo: ao fazer experimentos com ar no qual um animal havia apodrecido, Priestley experimentou colocar ramos de menta. Em alguns casos eles ficavam pretos e morriam, mas outros vicejavam e se desenvolviam mais rapidamente do que se estivesse no ar comum. Ele supôs, então, que talvez as plantas produzissem uma recuperação do ar contaminado pela respiração ou putrefação. É evidente, que ele não chegou a essa conclusão a partir de apenas uma observação de um experimento, foram necessários vários deles.

Lavoisier também utilizou de muitas observações, de experimentos, principalmente utilizando a balança, o que contribuiu para formular sua teoria sobre o gás oxigênio.

9. *Produção do conhecimento científico é não linear*

O conhecimento científico não é construído de um dia para outro, isso leva tempo, pois podem ocorrer imprevistos e “erros”, os cientistas podem parar suas pesquisas e começarem outras, e posteriormente após alguma teoria nova, retomarem de onde pararam.

Nesses textos podemos ver que Priestley e Lavoisier demoraram bastante tempo estudando sobre a teoria do gás flogisto, o primeiro iniciou os estudos em 1771 e o segundo em 1774. Tanto Priestley como Lavoisier tiveram pausas durante seus estudos sobre o gás flogisto, justamente por não terem mais novas evidências e teorias para avançarem na pesquisa. Só em 1780 que Lavoisier realmente conclui seus estudos sobre o gás oxigênio.

10. *Interdisciplinaridade na ciência*

Alguns estudos científicos são quase que impossíveis de serem realizados utilizando-se apenas uma área da ciência. Por exemplo, a química possui muitos correlacionados com outras áreas do conhecimento como a biologia, a física, etc. E para os cientistas realizarem suas pesquisas eles também não conseguem se desvincular esses conhecimentos. Isto porque o cientista investiga a natureza, os fenômenos, e para entendê-los em sua complexidade, devem levar em consideração as várias possibilidades de explicações. Isso é forte nos textos retratados, pois o estudo dos gases esteve relacionado a respiração dos animais, a fotossíntese e transpiração das plantas. Alguns textos trazem isso, quando retratam os estudos de Priestley,

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A
APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

ele utiliza de vários conceitos da biologia para realizar suas pesquisas. Em seus experimentos na tentativa de desvendar a teoria do flogisto e descobrir as propriedades do tal gás, Priestley observa pela primeira vez a fotossíntese, apesar de não saber do que se tratava.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A pergunta da atividade analisada neste trabalho é a seguinte (questão 4): “O que o episódio histórico estudado lhe ajuda a entender sobre o desenvolvimento do conhecimento científico? Apresente todos os aspectos que julgar relevantes e com exemplos retirados dos textos.”

No quadro 2 são apresentadas as características de NC que os alunos destacaram na leitura dos textos e a quantidade deles que elencaram cada característica, lista-se ainda a quantidade de alunos que destacaram essas características de forma explícita.

Quadro 2. Análise das características de NC destacadas pelos alunos

Características de NC	Nº de alunos	Nº de alunos que apresentaram de forma explícita
<i>Produção do conhecimento científico é não linear</i>	5	5
<i>Colaboração na ciência</i>	4	3
<i>Cientistas defendem suas teorias por muito tempo</i>	3	3
<i>Conhecimento científico é provisório</i>	2	2
<i>Interdisciplinaridade na ciência</i>	1	1
<i>A ciência influencia e é influenciada pelo contexto social, econômico, cultural e religioso</i>	1	0
<i>Publicação na ciência</i>	1	0

O quadro 2 nos mostra que os alunos conseguiram destacar sete características de NC do episódio histórico. De modo geral, todos alunos conseguiram responder à pergunta, relacionando pelo menos uma característica de NC. As características mais encontradas pelos alunos foram: *produção do conhecimento científico não linear*, *colaboração na ciência* e *cientistas defendem suas teorias por muito tempo*. Considero que tal recorrência seja relevante, pois pode significar que os textos e o estudo de caso possibilitaram a eles pensar sobre ciência de forma diferente das visões deformadas encontradas na literatura (Cachapuz, Carvalho e Gil-Perez, 2005). Isto porque é comum que alunos e professores de ciências

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

pensem que cientistas trabalham de forma isolada e que produzam descobertas de forma rápida e sem percalços. Além disso, destaca-se que foram capazes de pensar em uma característica não encontrada na lista de Lederman (2006). A seguir apresento análise de cada aluno. Os alunos serão designados de alunos, 1,2,3...8, de modo a preservar suas identidades. Identificaremos ainda o período o qual o aluno cursava.

Aluno 1 (5º período): Destacou em sua resposta apenas uma característica de NC, *cientistas defendem suas teorias por muito tempo*. Ele a relacionou com a quebra de paradigmas na ciência, ou seja, os cientistas se apegam tanto às suas teorias sendo difícil de “deixá-las”, mesmo quando estudos provam que ela já não consegue explicar algum fenômeno ou evidência. Como dizia Thomas Kuhn (1970 apud Chalmers, 1992), a prática científica é uma tentativa de se sujeitar a natureza a inserir-se dentro dos limites preestabelecidos e inflexíveis fornecidos pelo paradigma. Na história da controvérsia é isso que ocorre, Sheele e, principalmente, Priestley não conseguiam perceber que a *teoria do flogisto* já não conseguia explicar os novos resultados de suas pesquisas, mas eles acreditavam tanto na teoria que não pensaram em “descartá-la”. Apenas Lavoisier conseguiu quebrar esse paradigma, ou seja, promover uma mudança conceitual na forma de entender as reações de combustão, mas isso foi um processo, como se traz nos artigos, de 1772 a 1783.

O aluno não trouxe trechos específicos retirados dos textos, mas explicou de forma coerente o que ele entendeu da característica apresentada, mostrando também a compreensão do assunto histórico tratado. Portanto, sua resposta está classificada como explícita, pois o aluno relacionou de forma coerente a característica de NC com as explicações. Destacamos um trecho de sua resposta:

“Estava acostumado com a ideia de que rupturas de paradigmas envolviam feitos onde seria necessário uma reformulação total da estrutura de conhecimento. Tudo que estava sendo descoberto pela ciências química não precisou ser reformulado devido à quebra da teoria do flogisto. Mas essa nova forma de pensar onde teve-se de abandonar uma ideia completamente e substitui-la por outra consiste em uma quebra de paradigmas e representa um grande avanço para a química.”

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

O aluno em sua escrita quis dizer que a *teoria do flogisto* não invalidava os estudos feitos anteriormente, porém mudava toda a forma de pensar sobre eles, ou seja, sabemos hoje que essa teoria nunca poderia fazer sentido, mas para a época ela fazia.

De acordo com esse aluno, há mais características de NC nos textos, que não eram novidade para ele, mas como essa foi aquela que mais lhe chamou atenção pela novidade, destacou apenas ela. Consideramos que a discussão sobre paradigmas na ciência atrelado a esse contexto pode ser frutífera no ensino de química, tanto na formação de professores quanto na educação básica. Isso indica que atrelado a um contexto pode ser mais tranquilo de os professores estabelecerem relações com as perspectivas filosóficas da ciência.

Aluna 2 (3º período): Destacou em sua resposta duas características de NC, a primeira delas é a *produção do conhecimento científico é não linear*, em que afirmou que o conhecimento científico se desenvolve ao longo dos anos e não de um momento para outro. Ela exemplificou com o seguinte trecho retirado de um dos textos:

“[...] pode dizer-se que Priestley, Scheele e Lavoisier foram herdeiros da tradição de Stahl. Todos estavam interessados na busca dos princípios que compõem as substâncias, mas ao contrário de Priestley e de Scheele, Lavoisier irá contestar a existência do flogisto e alterar profundamente a química do ponto de vista teórico e metodológico.”

Essa característica é apresentada em quase todos os textos, isso ocorre devido ao longo período de tempo, desde a apresentação da *teoria do flogisto* por Stahl em 1703, até a descoberta do gás oxigênio, com todas as suas propriedades entendidas corretamente em 1789. Nesse meio tempo houveram cientistas que deram pausas em seus estudos por não conseguirem novas evidências, mas que a partir de estudos de outros cientistas, futuramente voltaram a estudar.

Outra característica que ela também destacou é a *colaboração na ciência*, em que os cientistas utilizaram de teorias desenvolvidos por outros anteriores para avançar em suas pesquisas. Relacionando com o exemplo a seguir:

“[...] Através dos seus estudos Lavoisier provou que a combustão necessita apenas de um dos constituintes do ar, que designou por oxigênio. Este gás já tinha sido descoberto, isoladamente, por dois químicos: Carl Wilhelm Scheele

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

em 1772 e Joseph Priestley em 1774. Contudo, foi Lavoisier que, ao retomar e reformular as experiências de Priestley, conseguiu compreender melhor as características desse novo gás e o papel importante que desempenhava nas reações de combustão.”

Na ciência é muito difícil um cientista avançar em suas pesquisas sem uma colaboração, seja de outros cientistas (com teorias, equipamentos, materiais, ajuda financeira), artigos, livros, etc. No episódio essa colaboração é clara, pois os estudos sobre os “ares” iniciaram a partir da *teoria do flogisto* que foi proposta por Stahl, em seguida Sheele e Priestley começaram a estudar mais a fundo essa teoria e por causa dos estudos principalmente de Priestley, Lavoisier também se interessou em desvendar o flogisto.

A aluna relacionou suas características de NC de forma coerente com os exemplos, sendo sua resposta classificada como explícita. Além disso, percebe-se uma relação entre a noção de não linearidade na ciência e a colaboração no trabalho científico pelos destaques feitos pela aluna. Desse modo, podemos constatar que algumas das características de NC estão conectadas entre si, por exemplo, a não linearidade na ciência está interligada com a colaboração, pois um cientista após anos de estudos ao perceber que a partir de suas pesquisas ele já não avança mais, ele irá buscar ajuda com outros cientistas da área, para analisarem e tentarem solucionar o problema. Como já dito antes, é muito difícil um cientista realizar seu trabalho “sozinho”. Nesse sentido, o episódio histórico pode ser frutífero em salas de aula de ciências para desmistificar estereótipos da ciência, como o de cientista isolado em seu laboratório.

Aluna 3 (8º período): Destacou três características de NC: *a ciência influencia e é influenciada pelo contexto social, econômico, cultural e religioso; colaboração na ciência e publicação na ciência*. Essa aluna tentou relacionar essas características ao trazer 14 trechos retirados dos textos para exemplificá-las, mas como ficaram não conectados, ou seja, sem relacionar qual trecho exemplifica nitidamente qual característica, é necessário fazer inferências se os exemplos são coerentes ou não. Percebemos ainda que ela trouxe alguns exemplos que retratam outras características que ela não destacou, ou seja, ficou implícito, por exemplo:

“O estudo de Priestley sobre os “ares” e os seres vivos estava inserido em uma pesquisa que atualmente descreveríamos como

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

interdisciplinar, envolvendo muitas áreas científicas diferentes. E não se pode pensar que Priestley pensou e fez tudo sozinho, de sua própria cabeça. Suas pesquisas eram a continuação de estudos que já haviam sido feitos por outras pessoas.”

Neste trecho acima, é destacado uma das características de NC que é a *interdisciplinaridade*, ou seja, que uma investigação envolve várias áreas científicas para melhor entendimento da natureza, mas a aluna não destacou essa característica em sua resposta, ficando de forma implícita, visto que seu foco aqui era falar de colaboração e não linearidade.

No trecho a seguir é destacada outra característica de NC, apresentada de forma implícita. A característica seria que os *cientistas defendem suas teorias por muito tempo*:

“Em 1776, Lavoisier admite em correspondência que frequentemente, tem mais confiança nas ideias do eminente teórico inglês do flogisto – Joseph Priestley –, do que em suas próprias ideias.”

A aluna ao responder à perguntada analisada, primeiro destacou as três características que encontrou com a leitura dos textos. Em seguida, selecionou 14 exemplos para ilustrar as características. Como esses exemplos não estavam interligados com cada característica, tornou-se complexo afirmar qual trecho exemplifica qual característica destacada por ela anteriormente, por isso, nenhuma das características apresentadas foram classificadas como explícitas.

Aluna 4 (5º período): Destacou três características de NC. A primeira é que o *conhecimento científico é provisório*, ao ressaltar que: *“o desenvolvimento do conhecimento científico é realizado a partir da continuidade. Ou seja, modelos ou teorias utilizados pelos cientistas são muitas vezes construídos baseando-se em reformulações e aprimoramento de modelos anteriores já existentes”*. Conforme exemplificado por ela:

“Quase todos os grandes avanços da ciência decorrem de uma crise da teoria antiga e do esforço para resolver as dificuldades criadas. Temos de analisar velhas ideias, velhas teorias, embora sejam coisas do passado, porque é o único meio de compreendermos a importância das novas. (MARTINS, A. R. Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de “ares” e os seres vivos. v. 4, p. 206, 2009).”

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

Essa característica é apresentada em quase todos os textos, o conhecimento científico não é uma verdade absoluta, ele pode ser reformulado a partir de surgimento de novas evidências e explicações sobre elas. E é isso que ocorre nos estudos sobre a descoberta do oxigênio, Lavoisier a partir de seus estudos abandonou a *teoria do flogisto*, que por muitos anos foi utilizada. Nesse sentido, destaca-se que os textos selecionados têm o potencial de trabalhar com tal visão de NC em salas de aula de ciências, contribuindo para desmistificar visões deformadas sobre ciência.

A segunda característica destacada é a *colaboração na ciência*, com o exemplo abaixo que aluna ressaltou:

“Outro aspecto relevante sobre o desenvolvimento da ciência, é o fato de que, nenhum cientista trabalha sozinho, por mais genioso que seja: Além disso, muitas das ideias aceitas por Priestley foram depois rejeitadas pela ciência. Isso é o que geralmente acontece no desenvolvimento científico. Ninguém consegue dar, sozinho, uma enorme contribuição à ciência. Embora só seja possível aqui citar alguns dos autores que trataram sobre esses assuntos, houve em cada época um enorme número de autores que escreveram sobre cada um desses temas. A construção do conhecimento é um processo coletivo e lento, com idas e vindas, e muitas coisas que pareciam claras e seguras são rejeitadas, depois. (MARTINS, A. R. Os estudos de Joseph Priestley sobre os diversos tipos de “ares” e os seres vivos. v. 4, p. 169, 2009).”

Nesse trecho podemos perceber que cientistas realizam suas pesquisas em colaboração e que não são sozinhos que conseguem dar passos grandiosos na ciência, quase sempre terão ajuda de outros cientistas, seja ao realizarem seus estudos conjuntamente ou ao utilizarem de teorias elaboradas por outros.

A terceira característica é que os *cientistas defendem suas teorias por muito tempo*, exemplificada no exemplo abaixo:

“Em 1776, Lavoisier admite em correspondência que, freqüentemente, tem mais confiança nas idéias do eminente teórico inglês do flogisto – Joseph Priestley –, do que em suas próprias idéias (Holmes 1985, p. 60). (SILVA, Marcos Rodrigues da; GIRO, M. A estrutura conceitual da revolução química. v. 14, p. 276, 2007).”

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

No trecho acima Lavoisier parecia desacreditar nos achados das suas investigações, porque a *teoria do flogisto* era o paradigma da época, dar mais crédito a teoria naquele momento seria o correto, por isso ele demorou muito tempo para “abandonar” essa teoria.

A aluna relacionou cada característica de NC com trechos dos textos para exemplificar, sendo que todos os trechos exemplificaram de forma coerente as características por ela apresentada, assim foram classificadas como explícita.

Aluna 5 (3º período): Destacou apenas uma característica de NC, que a *produção do conhecimento científico é não linear*. Ela explicou da seguinte forma: “*o desenvolvimento do conhecimento científico passa por várias transformações como se estivesse sendo lapidado a fim de alcançar um objetivo almejado.*” Destaca ainda essa característica com um trecho retirado do texto:

“Priestley nomeou o gás como ar deflogisticado. Usando como base a teoria do flogisto, que afirmava que todas as substâncias inflamáveis continham a substância flogisto, liberada no processo de combustão. Originalmente descoberto por Karl Wilhelm Scheele, o gás recebeu finalmente o nome oxigênio quando Antoine Lavoisier o descreveu como um ar próprio, sem alteração e purificado.”

A aluna trouxe em seu exemplo que, o conhecimento científico não é construído de um dia para outro, isso leva tempo, pois podem ocorrer imprevistos e “erros”, os cientistas param suas pesquisas e começam outras, e posteriormente após alguma teoria nova, retomam onde pararam. Ela relacionou o exemplo de forma coerente com a característica apresentada, sendo classificada como explícita.

Aluna 6 (3º período): Destacou uma característica de NC, que a *produção do conhecimento científico é não linear*. Ela explicou que: “*O desenvolvimento do conhecimento científico se dá a partir de estudos e conseqüentemente da busca por respostas. O período histórico estudado mostra muito isso. A busca por respostas é constante e para chegar nela é necessário o estudo.*” Em seguida, ela trouxe um trecho do texto para exemplificar:

“- Via de regra, o conhecimento científico se desenvolve de maneira lenta, com acréscimos graduais de novas leis e novos conceitos.”

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

A aluna relacionou o exemplo de forma coerente com a característica trazendo de forma explícita.

Aluno 7 (5º período): Destacou três características de NC, mencionadas a seguir, com os seguintes exemplos:

Primeira característica é a *Interdisciplinaridade*:

“Joseph Priestley (1733-1804) foi uma das pessoas que contribuiu muito para nossa compreensão sobre a fotossíntese e a respiração. Ele não era biólogo, e sim um pastor protestante e educador, que se interessava por pesquisas científicas como se fosse um passatempo – embora fosse uma atividade que levava muito a sério. Priestley se dedicou inicialmente a pesquisas sobre física (eletricidade e óptica), e começou a se interessar pelo estudo dos gases quase por acaso.” (MARTINS, 2009, p. 170)

Na história da controvérsia podemos perceber essa interdisciplinaridade com os estudos de Priestley, ele realizou suas pesquisas utilizando conhecimentos das áreas de química e biologia, pois o estudo dos gases esteve relacionado a respiração dos animais, a fotossíntese e transpiração das plantas. Vale lembrar que tais processos não estavam elucidados naquele período. Mas, como as pesquisas com gases estiveram envolvidas com a respiração, os mesmos experimentos foram utilizados por Priestley e outros cientistas para estudarem sobre a fotossíntese, respiração, e todos os processos que envolviam os gases da atmosfera.

Segunda característica, é que os *Cientistas defendem suas teorias por muito tempo*:

“Quando se tem uma teoria que já é consolidada no ambiente científico, há uma grande dificuldade para que uma nova seja aceita e consiga substituir a antiga. No exemplo a seguir Lavoisier demorou um tempo para que conseguisse abandonar a teoria do flogisto, que era uma teoria dominante na química: “Lavoisier descreve como a combustão e a calcinação estão sujeitas às mesmas leis e como elas podem receber uma explicação comum por meio da consideração do ar puro como o corpo verdadeiramente combustível. (A respiração é discutida em outra dissertação do mesmo ano.) Embora ele critique os seguidores de Stahl pelo fracasso em isolar o flogisto e sugira que a existência de uma hipótese alternativa possa enfraquecer o sistema de Stahl em suas bases, ele não se sente suficientemente seguro para rejeitar a teoria do flogisto imediatamente. Ele conclui afirmando: Ao atacar aqui a doutrina de Stahl, não é minha intenção substituí-la por uma teoria rigorosamente

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

demonstrada, mas apenas por uma hipótese que me parece ser mais provável, mais conforme às leis da natureza, e que parece envolver explicações menos artificiais e menores contradições. (Knickerbocker 1962, p. 134).” (THAGARD, 2007, p. 277).

Terceira característica, a *produção do conhecimento científico é um processo não linear*:

“Além disso, muitas das idéias aceitas por Priestley foram depois rejeitadas pela ciência. Isso é o que geralmente no desenvolvimento científico. Ninguém consegue dar, sozinho, uma enorme contribuição à ciência. Embora só seja possível aqui citar alguns dos autores que trataram sobre esses assuntos, houve em cada época um enorme número de autores que escreveram sobre cada um desses temas. A construção do conhecimento é um processo coletivo e lento, com idas e vindas, e muitas coisas que pareciam claras e seguras são rejeitadas, depois.” (MARTINS, 2009, p. 169)

A aluna trouxe os exemplos coerentes com as características, sendo classificadas suas respostas como explícitas.

Aluno 8 (3º período): Relacionou três características de NC: *colaboração na ciência; conhecimento científico é provisório e produção do conhecimento científico é um processo não linear*. A aluna não trouxe trechos dos textos para exemplificar suas características, mas ela as explicou adequadamente de forma explícita.

“O desenvolvimento do conhecimento científico não é algo engessado como muitas das vezes é apresentado para a maioria dos estudantes. A ciência e o conhecimento científico são concebidos através de processos, muita das vezes alguns nomes ganham mais destaque que outros por evoluir teorias iniciais.

O trecho acima, a aluna relacionou com a *produção do conhecimento científico é não linear*, pois os cientistas realizam suas pesquisas através de processos, ou seja, leva tempo e no decorrer dos estudos podem ocorrer “erros” ou imprevistos que fazem os cientistas interromperem suas pesquisas. Depois de algum tempo, que pode durar até anos, com o surgimento de novas evidências de outros cientistas a pesquisa é retomada.

Os textos que foram propostos como base para o estudo de “quem teria o mérito pelo descobrimento do oxigênio” faz perceber o quão vago é o termo “descobrimto” na verdade, ninguém descobre nada e sim evolui técnicas, recursos e métodos para o estudo de algo.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

No trecho acima, a aluna destacou a *colaboração na ciência*, pois os cientistas não descobrem nada sozinhos, eles evoluem ideias e teorias já existentes. Por isso, podemos dizer que é difícil um cientista trabalhar sozinho, por mais que ele realize suas pesquisas sozinho, ele utiliza de teorias existentes de outros cientistas.

“Por que os seres humanos se prendem tanto ao descobrimento em si, a dar um prêmio ou mérito a alguém, ou um único indivíduo quando na verdade não é isso que acontece?”

Se todos parassem para refletir a questão de que a ciência é feita por colaboração, e que nada é surgido do acaso, tudo o que conhecemos hoje e adotamos como verdade, pode ser modificado.”

Nos dois trechos acima, a aluna fez referência a *colaboração na ciência*, como já dito, é muito difícil um cientista trabalhar sozinho, desse modo a aluna crítica que se isso ocorre, porque apenas um cientista costuma levar o mérito de uma descoberta? Como por exemplo, a descoberta do oxigênio, em livros geralmente Lavoisier é citado como o descobridor do gás oxigênio, mas a partir das leituras podemos perceber que outros cientistas também fizeram parte dessa descoberta, será que eles não mereceram também esse mérito?

“O conhecimento científico é algo trazido por décadas, tudo se evolui, cada indivíduo tem limitações diferentes, seja na forma de pensar ou na forma de realizar um experimento, podendo ser essa limitação os equipamentos e espaços utilizados para o mesmo.

A alquimia, por exemplo, muito citada nos textos é a prova viva de que tudo evolui, nem todos que estudavam sobre gases ou modificação da matéria era um químico ou um biólogo, muitas das técnicas usadas na época não são mais aceitas hoje em dia, como por exemplo, teste diretamente em seres vivos.

Mas isso não quer dizer que quem formulou a primeira teoria atômica, por exemplo, estava errado, como já havia dito para o que o cientista tinha de recurso e conhecimento no momento era uma teoria bastante válida e fez com que outros cientistas tivessem uma base para a evolução de tal teoria.

Quem apresentou, por exemplo, a teoria do Flogisto não estava errado, na verdade não existe certo ou errado quando se trata do desconhecido, apenas precisava ser evoluído e estudo mais a fundo.”

Nos trechos acima, a aluna se referiu ao *conhecimento científico é provisório*, ou seja, ideias e teorias podem ser reformuladas, ou abandonadas por completo a partir de novos

estudos e o surgimento de novas evidências, logo o conhecimento evolui. Mas não podemos dizer que as teorias que hoje não são mais aceitas não tiveram sua validade, pois foram a partir delas que cientistas conseguiram chegar nas atuais.

8.1 COMO A CONTROVÉRSIA HISTÓRICA CONTRIBUIU PARA APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

O objetivo dessa pesquisa é analisar o que os textos históricos sobre a controvérsia podem proporcionar no ensino de natureza da ciência, ou seja, o que os alunos conseguem identificar sobre NC apenas no contexto da atividade com as leituras de textos históricos. Como já dito anteriormente a compreensão de NC é essencial na alfabetização científica e imprescindível à avaliação informada, crítica e responsável das políticas e das propostas científicas e tecnológicas (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002; Millar e Osborne, 1998). É muito comum alunos já nos anos finais de licenciatura em ciências, ainda possuírem muitas das visões deformadoras sobre ciências.

O cotidiano de crianças e adolescentes é repleto de visões deformadas, em filmes, desenhos, por exemplo, os cientistas são retratados como gênios, homens do gênero masculino, solitários, de jaleco branco etc. (Koosminsky e Giordan, 2002). Por esse motivo, a preocupação de formar professores preparados para desmistificarem essas visões em sala de aula no ensino básico é importante. O professor deve ser preparado com a finalidade de não apenas ensinar o conteúdo a seus alunos, mas ele deve ensinar os alunos a *aprender ciência*, *aprender sobre ciência* e *aprender a fazer ciência*. Os alunos devem compreender que qualquer pessoa pode ser um cientista, até ele mesmo, desmistificando a ideia que cientistas têm características sobre-humanas.

Com essa pesquisa podemos constatar que a história da ciência é um meio relevante para se trabalhar com NC, visto que os alunos conseguiram perceber as relações entre a história e a ciência. Vale ressaltar que os alunos responderam à essa questão sobre natureza da ciência de forma livre, ou seja, o professor da disciplina não discutiu com os alunos sobre essas características de NC encontradas nas leituras dos textos. Em seguida, com o debate promovido na disciplina, sobre qual cientista merece o retro prêmio Nobel pela descoberta do gás, poderia ser trabalhado NC atrelada a essa atividade. Apenas uma aluna que participou da

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

atividade já possuía noções sobre NC, porque ela já havia frequentando a disciplina Prática de Ensino em Química II que aborda essa temática mas de forma diferente. Apesar disso, ela não teve um desempenho tão diferente em relação aos demais alunos nessa parte da atividade. Isso nos mostra como a controvérsia pode possibilitar a aprendizagem sobre NC, sem mesmo o professor precisar discutir sobre o assunto antes. Vale lembrar, que é importante ter uma discussão com os alunos sobre NC, ou seja, para uma melhor compreensão sobre o tema, as aulas devem ser explícitas. Em uma pesquisa futura que irei desenvolver buscarei analisar mais profundamente a relação entre a visão de descoberta na ciência e os critérios para argumentação. Nesse sentido, sugere-se aos professores da área de ensino de ciências que utilizem as fontes históricas aqui analisadas como potencial recurso para discussão sobre ciência.

As controvérsias históricas por apresentarem um “problema” a ser resolvido, podem ser utilizadas como uma forma de tornar as leituras mais interessantes. Pois essas controvérsias na maioria das vezes ainda não se tem uma resposta, ou seja, a comunidade científica ainda não chegou à um consenso. Portanto, professores de ciências podem aproveitar dessa característica das descobertas para tornar o estudo da história da ciência mais motivador aos estudantes, visto que o estudo apenas baseado na leitura de textos desvinculado de um problema pode ser enfadonho. Portanto com essas leituras os alunos puderam compreender melhor a produção do conhecimento científico, pois a história da descoberta do oxigênio apresenta com detalhes as pesquisas realizadas por cada cientista. Os textos que trouxemos para os alunos foram selecionados de forma que eles pudessem identificar essas características de NC, assim todos os textos tinham pelo menos uma delas. Tivemos resultados satisfatórios, apesar de nossa amostra ser apenas de oito alunos, não podemos generalizar que todos os alunos que realizarem leituras de controvérsias históricas conseguirão identificar características de NC, por isso a importância de o professor de ciências saber como discutir com os alunos essas características, após as leituras, principalmente, utilizando uma metodologia ativa de aprendizagem.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forma como pode-se incluir NC em sala de aula é muito discutida e a maioria dos pesquisadores dessa área defendem a utilização de HFC, pois elas podem desmistificar muitas das concepções deformadoras sobre ciência (por exemplo Silva e Moura, 2008; Cordeiro e Peduzzi, 2011; Matthews,1995). Concluímos que diversos aspectos de NC foram compreendidos pelos alunos em formação de Licenciatura em Química e que a controvérsia histórica foi importante para o desenvolvimento desses conhecimentos. Como já dizia Smith & Sharmann (1998) e Lederman (2006), a compreensão de NC é fundamental para a formação de alunos e professores mais críticos e integrados com o mundo e a realidade em que vivem. Vale ressaltar que este trabalho foi apenas um pequeno recorte da atividade que os alunos realizaram sobre a controvérsia do oxigênio.

Essa controvérsia histórica, pode ser utilizada não somente para trabalhar com NC, mas pode-se trabalhar com a argumentação, no qual os alunos devem tomar uma decisão de qual cientista merece o mérito da descoberta do oxigênio baseado em evidências e justificativas. Como afirma Achilla (2015), a controvérsia histórica é uma ferramenta educacional para se trabalhar a argumentação, pois a história da ciência é um método que promove uma visão mais realista da ciência. Pode-se trabalhar também com o que os alunos entendem sobre descoberta na ciência, pois essa compreensão pode influenciar eles na tomada de decisão, em relação qual dos cientistas merece o mérito da descoberta do oxigênio e em outras controvérsias. Controvérsias contemporâneas também podem ser utilizadas para se trabalhar com natureza da ciência, a controvérsia dos transgênicos, por exemplo, que ainda não há um consenso entre os cientistas, se os alimentos transgênicos fazem mal a saúde ou não, assim com a controvérsia sobre o aquecimento global no qual os cientistas ainda não entraram em um consenso se realmente ele existe, entre outras controvérsias. Em síntese, percebemos que os alunos destacaram mais a não linearidade na ciência, a colaboração na ciência e a dificuldade de se quebrar um paradigma na ciência ao ler de forma crítica o estudo de caso. Nesse sentido, os dados apontam para a potencialidade dessa controvérsia para a discussão de tais pontos de NC no ensino.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A
APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

De forma particular essa pesquisa me auxiliou a perceber a importância de se utilizar uma controvérsia histórica, em aulas de ciências, pois com as leituras desses textos é possível trazer muitas das características de NC, e mostra como o conhecimento científico se desenvolve, sendo muito importante na minha formação, visto meu interesse pelo tema desde a Prática de Ensino de Química II. O desenvolvimento da pesquisa também foi importante para minha formação visto que foi o primeiro contato com pesquisa científica na área. As outras formas como podemos utilizar a controvérsia no ensino e seus resultados na aprendizagem serão pesquisadas no projeto de Iniciação Científica que irei desenvolver futuramente.

10.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO-DIAS, J.A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Cádiz, España. vol. 1, n. 1, p. 3-16 , 2004.

ALMEIDA, B.C. *Natureza da ciência sob holofotes: perspectivas, propostas e contribuições para o ensino de ciências*. 64 f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2015.

ARCHILA, P.A. Using History and Philosophy of Science to Promote Students' Argumentation: A Teaching–Learning Sequence Based on the Discovery of Oxygen. *Sci & Educ*. 2015.

BRICCIA, V. & DE CARVALHO, A. M. P. Visões sobre a natureza da ciência construídas a partir do uso de um texto histórico na escola média. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 10, n. 1, p. 1-22, 2011.

BULLA, M.E.; MEGLHIORATTI, F.A. Controvérsias científicas na construção do conhecimento biológico: investigando um curso de formação continuada de professores referente à evolução biológica humana. *Investigações em ensino de ciências*. v.21 n. 2. p. 01-29, 2016.

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.

CHALMERS, A.F. Indutivismo: ciência como conhecimento derivado dos dados da experiência. In: CHALMERS, A.F. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, p. 22-35, 1993.

CHALMERS, A.F. Teorias como estruturas: os paradigmas de Kuhn. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, p. 122-132, 1993.

DASCAL, M. Epistemologia, controvérsias e paradigma. *Revista da SBHC*. n. 12, p. 73-98, 1994.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

FERNANDES, G.L. Portfolio e o percurso de aprendizagem de uma licencianda em curso de formação inicial sobre natureza da ciência. 2017. 132 f. Dissertação. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2017.

JUSTI, R.; MENDONÇA, P. C. C. Contribuições da discussão de uma controvérsia relacionada com história para o desenvolvimento do conhecimento de professores sobre ciências. *III International History, Philosophy, and Science Teaching Latin American Conference Santiago, Chile*, 2014.

JUSTI, R. S.; MENDONÇA, P.C.C. Discussion of the Controversy Concerning a Historical Event Among Pre-Service Teachers: Contributions to their knowledge about science, their argumentative skills, and reflections about their future teaching practices. *Science & Education* (Dordrecht), v. 25, p. 795-822, 2016.

KOSMINSKY, L. & GLORDAN, M. Visões de ciências e sobre cientistas entre estudantes do ensino médio. *Revista Química nova na escola*, n. 15, 2002.

LEDERMAN, N.G. Syntax of Nature of Science Within Inquiry and Science instruction. In: *L.B. Flick & N.G. Lederman, Scientific Inquiry and nature of Science: implications for teaching, learning and Teacher educations*. p. 301-317, 2006.

LIMA, R.R.; JUSTI, R. Caracterizando o entendimento de natureza da ciência por meio de estudos de casos históricos: uma análise da literatura. *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindóia, SP, 2015.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v. 12, n. 3: p. 164-214, 1995.

MESQUITA, N.A.S.; SOARES, M.H.B. Visões de ciências em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula. *Ciência & Educação*. v. 14, n. 3, p. 417-29, 2008.

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.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A
APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

OKI, M.C.M. Paradigmas, crises e revoluções: A história da química na perspectiva Kuhniana. *Revista Química Nova na Escola*. n. 20, 2004.

OKI, M.C.M.; MORADILLO, E.F. O ensino de história da química: Contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. *Ciência e Educação*. Salvador - BA. v.14, n.1, p.67-88, 2008.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no ensino de Química: Em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: *Ensino de Química em Foco*, Ijuí: Editora Unijuí. p. 159 – 180, 2010.

VILLAS BOAS, A. História da ciência e natureza da ciência: Debates e consensos. *Cad. Bras. Ens. Fís. Londrina*. v. 30, n.2, p. 287-322, 2013.

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

11. ANEXOS

11.1 ANEXO 1



ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA – LICENCIATURA EM QUÍMICA
2º Semestre/2016 - Profa. Paula C. C. Mendonça – paulamendonca@iceb.ufop.br
Horário de aula: Segundas (13h30 às 17h)

Ementa do Curso: Argumento e seus elementos; papel de evidência na elaboração e avaliação de enunciados; distinção entre evidência e justificativa; critérios para avaliação de evidência; as habilidades argumentativas; júri simulado, debate convencional e simulação de papéis.

Objetivo: Desenvolvimento das habilidades argumentativas dos licenciandos com objetivo de favorecer o pensamento crítico, a aprendizagem científica e sobre natureza da ciência.

Metodologia de Ensino: Atividades diversas dirigidas ao ensino explícito de argumentação; Júri simulado; Debate e desempenho de papéis.

CRONOGRAMA – 2016/2

DATA	ATIVIDADES
16/01	Atividades relacionadas a greve ocupação
23/01	Trabalho Avaliativo (1): Controvérsia sobre fato histórico
30/01	Tema 4: Avaliação de evidências (Atividades 4 e 5) Leitura capítulo 5 livro 10 ideas clave Seleção de textos para trabalho avaliativo (2)
06/02	Análise da argumentação: Trabalho Avaliativo (1) Leitura Capítulo 2 Dissertação
13/02	Tema 5: Habilidades argumentativas (Atividade 6)
20/02	Trabalho avaliativo (2): Debate sobre controvérsia histórica
27/02	<i>Recesso: Carnaval</i>
06/03	Análise da argumentação: Trabalho avaliativo (2) Seleção de textos para o debate sobre o caso contemporâneo
13/03	Trabalho avaliativo (3): Debate sobre caso contemporâneo

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A
APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

20/03	Trabalho avaliativo (3): Debate sobre caso contemporâneo
27/03	Análise da argumentação: Trabalho avaliativo (3) Entrega de trabalho final
03/04	Exame especial

Avaliação:

- Trabalhos Avaliativos 1 (3,0 pontos), 2 (3,0 pontos) e 3 (3,0 pontos): serão avaliados os argumentos escritos produzidos pelos membros dos grupos; os argumentos escritos produzidos no grupo; a participação dos alunos no processo de elaboração dos argumentos e durante a apresentação.
- Trabalho final (1,0 pontos): produção de texto individual no qual o licenciando estabelece reflexões entre os conhecimentos desenvolvidos na disciplina e sua atuação como professor da educação básica.

11.2 ANEXO 2

Trabalho Avaliativo (2) – 1ª parte

1. A partir das referências indicadas para leitura, é possível perceber que a descoberta do oxigênio é passível de diferentes interpretações.

(a) Apresente evidência (s) que demonstre (m) que *Scheele* merece o mérito.

(b) Apresente evidência (s) que demonstre (m) que *Priestley* merece o mérito.

(c) Apresente evidência (s) que demonstre (m) que *Lavoisier* merece o mérito.

2. O que você entende por 'descoberta' na ciência?

3. Essa compreensão (questão 2) influenciou seu julgamento sobre as evidências na questão 1?
Como?

4. O que o episódio histórico estudado lhe ajuda a entender sobre o desenvolvimento do conhecimento científico? Apresente todos os aspectos que julgar relevantes e com exemplos retirados dos textos.

11.3 ANEXO 3

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido destinado aos Alunos do curso de licenciatura em química matriculados na disciplina eletiva: argumentação no ensino de química

Prezado (a) aluno (a),

Uma das maneiras de contribuirmos para que a Educação possa melhorar, para que os alunos possam aprender mais e melhor, é através da realização de pesquisas que investiguem potenciais carências nos cursos de formação de professores. Na Universidade Federal de Ouro Preto temos realizado algumas pesquisas na área de ensino de Química cujos resultados têm sido discutidos com outros professores universitários e contribuído para que eles reflitam sobre necessidades de se repensar os cursos de formação de professores.

Uma dessas pesquisas será realizada por minha aluna de mestrado, Thayna Dadamos Araújo. Esta pesquisa tem o título de “Análise do desenvolvimento da argumentação e visões de Natureza da Ciência de Professores de Química em Formação Inicial. O desenvolvimento de habilidades argumentativas por parte dos licenciandos é importante para favorecer a aprendizagem dos conteúdos científicos, sobre natureza do conhecimento científico e o pensamento crítico. Visando favorecer o desenvolvimento de tais habilidades, na disciplina eletiva “Argumentação no Ensino de Química” diversas atividades explicitamente dirigidas ao ensino de argumentação serão desenvolvidas ao longo do semestre. As aulas serão acompanhadas pela pesquisadora e devidamente registradas em vídeo.

Todas as aulas serão filmadas a fim de registrar o processo de argumentação durante a aplicação da proposta didática na eletiva. Todo o material coletado será utilizado unicamente para fins de pesquisa, não sendo reveladas em nenhuma instância de divulgação dos resultados a identidade dos licenciandos participante.

Para que a pesquisa possa ser realizada, solicitamos que você preencha e devolva uma das cópias deste termo de consentimento assinada.

Caso ainda existam dúvidas a respeito desta pesquisa, por favor, entre em contato conosco pelo telefone (31)987665966, no endereço: Departamento de Química da UFOP, Sala 17 ICEB I, Campus Morro do Cruzeiro ou pelo email paulamendonca@iceb.ufop.br

INVESTIGANDO A RELAÇÃO ENTRE A CONTROVÉRSIA DA DESCOBERTA DO OXIGÊNIO E A
APRENDIZAGEM DE NATUREZA DA CIÊNCIA

JORDANA ALVES DE OLIVEIRA

Desde já, agradecemos sua valiosa colaboração para a realização de mais esta pesquisa.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Paula C.C. Mendonça

Pesquisadora responsável

Thayna Dadamos Araújo

Pesquisadora corresponsável

AUTORIZAÇÃO

Eu _____ portador (a) da RG.: _____ declaro que estou
suficientemente esclarecido (a) sobre a pesquisa “Análise do desenvolvimento de processos
argumentativos e visões mais esclarecidas de Natureza da Ciência de Professores de Química
em Formação Inicial”, seus objetivos e metodologia e que concordo com realização da
pesquisa na Disciplina de Eletiva Argumentação no Ensino de Química.

Assinatura do aluno participante

Local e Data.