

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

Investigando a relação entre a controvérsia da descoberta do oxigênio e a aprendizagem de natureza da ciência

Jordana Alves de Oliveira¹ (IC) , Thayna Dadamos Araújo¹ (PG), Paula C.C. Mendonça¹(PQ). jordana01alves@gmail.com

¹Departamento de Química e Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Ouro Preto, campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto, MG.

RESUMO: Neste artigo investigamos como uma controvérsia histórica, envolvendo a descoberta do gás oxigênio pode auxiliar na aprendizagem sobre Natureza da Ciência de licenciandos em química. Dessa maneira, foi elaborada uma atividade, em que os licenciandos foram convidados a refletir sobre a problemática “*caso fosse julgado o Prêmio Nobel de Química pela descoberta do oxigênio, qual(is) cientista(s) envolvido(s) mereceriam ganhar?*”, para que eles pudessem responder foram entregue pela professora sete textos históricos sobre o tema. A partir dessa atividade identificamos quais características sobre Natureza da Ciência cada aluno destacou na análise dos textos. Podemos ver a potencialidade dessa controvérsia para a aprendizagem de Natureza da Ciência, isto porque os aspectos mais frequentes destacados pelos licenciandos foram: a não linearidade na ciência, a colaboração na ciência e a dificuldade de se quebrar um paradigma na ciência. Deste modo a controvérsia tem o potencial de desmistificar muitas concepções inadequadas sobre ciência.

Introdução

A compreensão de natureza da ciência (aqui denominado 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 como a ciência é produzida, como cientistas desenvolvem suas pesquisas e chegam a resultados e produtos, por que ela influencia e é influenciada pela cultura e sociedade. O desenvolvimento de visões mais esclarecidas sobre ciência é considerado de suma importância para que os sujeitos desenvolvam o pensamento crítico e a habilidade de tomar decisões fundamentadas, sejam elas pessoais e/ou sociais (Smith e Sharmann, 1998; Lederman, 2006).

A história da ciência pode ser uma boa ferramenta para o desenvolvimento dos conhecimentos sobre NC, pois ela pode auxiliar a desmistificar várias concepções inadequadas sobre ciência (Porto, 2010). As pesquisas (por exemplo, Lederman 2006, Matthews 1995) evidenciam que professores e estudantes de ciências possuem concepções deformadas sobre ciência e uma visão ingênua sobre como os cientistas trabalham. 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 instituições e comunidades acadêmicas, são elas:

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

1. *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;
2. *Individualista e elitista*, segundo essa visão a ciência é conduzida por homens (gênero 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 à pesquisas realizadas em laboratórios, onde os cientistas fazem experimentos sozinhos, observam e finalmente “descobrem” algo (Kosminsky e Glordan, 2002);
3. *Empiro-indutivista e ateuórica*, quando a partir de uma observação de um fenômeno diversas vezes se chega a uma generalização do conhecimento (Chalmers, 1993). Segundo tal concepção, a ciência não utiliza de teorias prévias, é feita apenas a partir de coleta de dados e esses dados são desvinculados de pré-concepções, considerando-se apenas as observações. Essa visão é passível de críticas porque, geralmente, o trabalho experimental é guiado por teorias e expectativas.
4. *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.
5. *Aproblemática e ahistórica*, quando se apresenta o cientista começando seu estudo sem objetivo claro e contextualizado, sem problema a ser resolvido, assim passa-se a impressão que o conhecimento científico é uma construção arbitrária. Retrata também a ciência sem uma história, sem mostrar como o conhecimento evoluiu, as dificuldades e os obstáculos que foram precisos superar na construção do conhecimento científico;
6. *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;
7. *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.

Devido a essas concepções é tão importante que professores em formação na área de ciências possam trabalhar essas visões deformadas com alicerce da história da ciência, pois assim ele terá mais argumentos para explicar para os alunos, por exemplo, que a ciência não é uma verdade absoluta, ou seja, com evidências e novas pesquisas pode ser possível modificar teorias, ou até mesmo abandonar teorias já aceitas.

Matthews (1995) defende a utilização de história e filosofia da ciência (HFC) no ensino de ciências. Para ele, HFC promovem 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 da matéria científica, ou seja, superar o “mar de falta de

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

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) 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 história da ciência pode ser abordada no ensino de ciências de forma que os alunos possam investigar algo feito pelos cientistas. Nesse sentido, pode-se trabalhar com a *reprodução de experimentos históricos*, com o intuito de o estudante perceber que os conhecimentos não surgiram como “um passe de mágica”, levando-os a pensar de forma similar aos contextos de investigação vivenciados pelos cientistas, pois os experimentos não precisam abordar réplicas exatas, mas a ideia da experimentação em si. 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, controvérsias e argumentação) e a inexistência de um método científico etc. Também é possível trabalhar com *júris simulados e debates* visando o desenvolvimento das habilidades argumentativas e a compreensão dos alunos da 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 do conhecimento (Justi e Mendonça, 2016).

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 (por exemplo, Justi e Lima 2015; Briccia e De Carvalho, 2011; Justi e Mendonça, 2016). 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. Uma controvérsia é considerada um tipo de estudo de caso, visto que envolve uma investigação a fim de solucionar um determinado problema. Assim, 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, porém rapidamente se expande a outros problemas e revela divergências profundas. Estas envolvem tanto atitudes e preferências opostas como desacordos sobre os métodos vigentes para solucionar os problemas”

Com essa pesquisa pretendemos investigar como licenciandos em química, compreendem aspectos de NC a partir da abordagem de uma controvérsia histórica envolvendo a descoberta do oxigênio. Essa controvérsia foi escolhida por ser um estudo de caso em que os alunos foram instigados a responderem a seguinte pergunta: “*quem descobriu o oxigênio?*” E em seguida, julgar quem seria merecedor do Prêmio Nobel de Química por esse feito. Na descoberta do gás oxigênio pelo menos três cientistas – Priestley, Scheele e Lavoisier –, estiveram envolvidos. Contudo, podemos nos fazer

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

alguns questionamentos, sendo eles, todos eles tiveram colaboração nos estudos sobre o gás, 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? Assim, surgem várias hipóteses, na qual, Antonie Lavoisier, sendo considerado o pai da Química, recebe esse mérito na maioria dos livros de Química. A partir desse estudo de caso os alunos puderam investigar, a partir de evidências, a veracidade desse fato e julgá-lo.

Metodologia

Para essa pesquisa foi desenvolvida uma atividade argumentativa sobre a controvérsia da “descoberta do oxigênio” com oito alunos do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal de Ouro Preto que cursaram a disciplina eletiva Argumentação no Ensino de Química no semestre 2016/2. 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, tendo a duração de quatro horas cada aula. Os resultados do trabalho foram obtidos a partir da análise de uma das atividades avaliativas propostas na disciplina.

Os alunos que cursaram a disciplina eram de períodos distintos do curso de graduação em Química Licenciatura (composto por oito períodos noturnos), por ser uma disciplina eletiva sem pré-requisitos, portanto no momento da disciplina eles cursavam 3º, 5º e 8º períodos. Apenas uma aluna do 8º período já havia estudado sobre NC, mas não atrelado ao caso da descoberta do oxigênio, os demais alunos ainda não tiveram contato com o assunto durante o curso.

Na primeira parte da atividade os alunos deveriam ler sete textos, que relatam a história da descoberta do oxigênio e vida dos três principais cientistas envolvidos. Esses textos foram selecionados a partir de uma longa pesquisa pelas alunas de IC e PG, com o objetivo que em cada texto os alunos pudessem encontrar argumentos para defender os cientistas e características de NC. Após a leitura, deveriam responder à algumas perguntas: (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. Na segunda parte da atividade 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 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. 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 objetivamos analisar no contexto da atividade para investigar como a controvérsia colabora para o entendimento

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

de Natureza da Ciência, isto é, o que chamou mais a atenção de cada licenciando sobre ciência com a leitura do estudo de caso.

Para análise das características de NC apresentadas pelos licenciandos na atividade solicitada, foi feito o estudo detalhado de cada uma das referências consultadas por eles buscando identificar quais aspectos que caracterizam a ciência baseado nas evidências trazidas nas histórias.

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

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.

Quadro 1: Características de NC relacionadas aos 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

TRABALHO COMPLETO
 COMPLETE PAPER

<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

Resultados e Discussões

A pergunta da atividade analisada neste trabalho é a seguinte: “*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 licenciandos destacaram na leitura dos textos e a quantidade deles que elencaram cada característica, lista-se ainda a quantidade de licenciandos que destacaram essas características de forma explícita. Os alunos que elencaram as características de forma explícita são aqueles que conseguiram relacionar o aspecto de NC conectado com um exemplo retirado do texto.

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.

Quadro 2. Análise das características de NC destacadas pelos alunos

Características de NC	N ° de alunos	Nº de alunos que apresentaram de forma explícita
<i>Produção do conhecimento científico é não linear</i>	5	5

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

<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 licenciandos conseguiram destacar sete características de NC do episódio histórico. De modo geral, todos licenciandos conseguiram responder a 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*. Consideramos que tal recorrência seja relevante, pois pode significar que o estudo de caso possibilitou 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 pensem que cientistas trabalham de forma isolada e que produzam descobertas de forma rápida e sem percalços. A seguir apresentaremos a análise detalhada das respostas de três licenciandos, que explicaram de forma completa.

Aluno 1 (5º período): Destacou em sua resposta apenas uma característica de NC, *cientistas defendem suas teorias por muito tempo*. 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 substituí-la por outra consiste em uma quebra de paradigmas e representa um grande avanço para a química.”

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.

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

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, 1993), 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 longo processo (de 1772 a 1783).

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.

Aluno 2(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 nos 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

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

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 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.

Aluna 3 (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 houve cientistas que deram pausas em seus

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

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 desenvolvidas 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 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.

Considerações Finais

O objetivo dessa pesquisa foi analisar o que os textos históricos sobre a controvérsia podem influenciar positivamente no ensino de Natureza da Ciência, ou seja, o que os alunos conseguem identificar sobre NC no contexto da atividade com as leituras de textos históricos. Em síntese, percebemos que os aspectos mais destacados por eles foram não linearidade na ciência, a colaboração na ciência e a dificuldade de se quebrar um paradigma na ciência. Nesse sentido, os dados apontam para a potencialidade dessa controvérsia para a discussão de tais pontos de NC no ensino de química.

A forma como pode-se incluir Natureza da Ciência em sala de aula é muito discutida e a maioria dos pesquisadores dessa área defendem a utilização de HFC, pois

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

elas podem desmistificar muitas das concepções deformadas sobre ciência (por exemplo Silva e Moura, 2008 e Matthews, 1995). Concluímos que diversos aspectos de NC foram compreendidos a partir da leitura da controvérsia histórica.

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 na tomada de decisão, em relação qual dos cientistas merece o mérito da descoberta do oxigênio. 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 como a controvérsia sobre o aquecimento global no qual os cientistas ainda não entraram em um consenso se realmente ele existe, entre outras possibilidades.

Em uma pesquisa futura buscaremos 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.

Referências Bibliográficas

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

TRABALHO COMPLETO
COMPLETE PAPER

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. e 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 – XENPEC*. 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.

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.

SILVA, C. C.; MOURA, B. A. A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. *Revista Brasileira de ensino de Física*. v. 30, n.1, 1602. São Carlos, SP, 2008.

SMITH, M. U.; SCHARMANN, L. C. “Defining versus Describing the Nature of Science: A Pragmatic Analysis for Classroom Teachers and Science Educators.” *Science Education*, n.83, p. 493–509, 1998.