



Natureza da Ciência a partir de casos históricos: uma proposta criativa para aprender sobre ciência

Beatriz Carvalho Almeida, Thais Mara Anastácio Oliveira, Paula Cristina Cardoso Mendonça. becarvalhoalmeida@gmail.com

Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto.

RESUMO

Neste trabalho relatamos uma atividade realizada no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID), da Universidade Federal de Ouro Preto, área Química, visando discutir a importância de se trabalhar com história da ciência para abordar aspectos de natureza da ciência. Apresentamos o trabalho (um teatro) realizado por um dos grupos de bolsistas, de modo a fazer um levantamento sobre características de ciência abordadas a partir de casos históricos, em especial, as concepções acerca dos processos, produtos e produtores da ciência. Destacamos a relevância de se trabalhar com essa proposta porque as características de natureza da ciência emergiram a partir da análise dos casos, não sendo definidas a priori, e foram mais abrangentes do que lista consensual encontrada na literatura.

In this work, we describe an activity taken by Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID), of Universidade Federal de Ouro Preto, of chemistry area, for discuss the importance of science history for educate about nature of science. We present the work (a theatre) realized by one of the groups of students, pointing characteristics of science that emerged from historical cases, in particular, the concepts about the processes, products and producers of science. We underscore the importance of working with this proposal because the characteristics of nature of science emerged from the analysis of the cases, not being defined previously, and were more broad than consensual list found in the literature.

INTRODUÇÃO

Documentos norteadores do ensino de ciências (por exemplo, National Research Council, 2012; Teaching and Learning Research Programme, 2006) destacam a importância de os currículos evidenciarem a complexidade do processo de construção do conhecimento científico, bem como a história e o contexto no qual este foi construído.

Em contrapartida, os meios de comunicação, em geral, ignoram a complexidade do processo de produção do conhecimento, influenciando e reforçando a concepção que os indivíduos têm de que a ciência é linear e acumulativa (Fernández, Gil-Perez, Carrascosa, Cachapuz, & Praia, 2002). Neste sentido, a importância de inserir a História da Ciência no ensino parte da ideia de que ao ter acesso aos fatos históricos, os alunos podem compreender o fazer científico, ao discutirem sobre estes fatos e também ao refletirem sobre porque alguns conhecimentos ainda hoje são dados como verdadeiros e outros não. De acordo com Mathews (1995) a introdução de História, Filosofia e Sociologia da ciência (HFSC) no currículo contribui para um ensino mais instigante, mais coerente, mais reflexivo e mais humanizador. No que diz respeito à formação do professor, a HFS contribui para que este detenha um maior conhecimento sobre ciência, uma vez que saber dos objetivos peculiares e fatores históricos e



culturais da sua disciplina são aspectos que contribuem para a formação do professor de ciências frente aos objetivos contemporâneos de ensino.

Pensando em um ensino que tenha como objetivo propiciar uma visão ampla sobre ciência, deve-se salientar explicitamente aspectos de “natureza da ciência” (NC) no ensino de ciências. Este termo é frequentemente utilizado para se referir a epistemologia da ciência, bem como as práticas científicas e ao modo como o conhecimento é produzido (Justi, 2013).

De acordo com Lederman (2007), não há um consenso entre filósofos, sociólogos e historiadores para uma definição do que é ciência. Contudo, segundo tal pesquisador e seu grupo de pesquisa, existe uma lista de aspectos consensuais de NC, que devem ser abordados no ensino. Estes são: distinção entre observação e inferência; distinção entre leis e teorias científicas; o conhecimento científico envolve criatividade e imaginação humana; é subjetivo e guiado por teorias; é empiricamente fundamentado; é provisório e a ciência é um empreendimento humano praticado por pessoas que são influenciados pelo seu meio cultural. Apesar de amplamente divulgada e utilizada no ensino de ciências, a lista consensual do grupo de pesquisa do americano Lederman atualmente tem sido alvo de várias críticas, tais como: não contemplar vários aspectos importantes de natureza da ciência (por exemplo, o papel da metodologia científica) (Irzik & Nola, 2011; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar, & Duschl, 2003); separar valores das ciências das práticas científicas (para alguns autores tal distinção é artificial) (van Dick, 2011) e conhecimento declarativo da lista de princípios de NC não implica em conhecimento funcional (na tomada de decisões) (Allchin, 2011).

Pensando na formação de professores que considere a relevância da natureza da ciência para o ensino de ciências, a literatura tem discutido qual seria a maneira mais adequada de promovê-la nestes cursos e nas escolas (Justi, 2013). Inclusive, parece existir um consenso de que esta inserção deva possuir um caráter prático e contextual (Allchin, 2011). Alguns pesquisadores (Allchin, 2011; McComas, 2008), argumentam que o uso de estudos de casos (históricos ou contemporâneos) contemplam essa proposta.

Na perspectiva acima discutida, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência (PIBID)¹ da Universidade Federal de Ouro Preto, área Química, realizou encontros semanais no período de 2013/2, para discutir aspectos de HFSC, baseando-se na literatura correspondente a esta área. A partir dessa discussão, foram propostas atividades para se introduzir natureza da ciência baseada na história de alguns cientistas. Uma das atividades consistia na leitura de alguns casos históricos e na elaboração de uma forma criativa de contar sobre os mesmos, explicitando os aspectos de natureza da ciência que poderiam ser extraídos destes. Neste trabalho, os bolsistas deveriam também refletir, por meio dos casos históricos, quais são os produtores, processos e produtos da ciência.

No presente trabalho, será relatado e discutido o processo de elaboração e apresentação da atividade proposta para um grupo específico de bolsistas, evidenciado a riqueza da atividade para se trabalhar com natureza da ciência.

¹ Programa do governo brasileiro (CAPES) que tem como objetivos estimular a docência, reduzir a evasão dos cursos de licenciatura e contribuir para melhoria do ensino através de práticas inovadoras. O programa contempla bolsas para estudantes de cursos de licenciatura, professores da educação básica (supervisor) e professor da universidade (coordenador) e verba para as diversas atividades formativas.



METODOLOGIA

Durante o período de 2013/2, que será aquele relatado no presente trabalho, os bolsistas do PIBID-UFOP-Química passaram por um processo de formação em relação ao tema *natureza da ciência* (NC). O grupo era composto por 01 coordenadora de área, 03 supervisores e 16 bolsistas, podendo ser caracterizado como heterogêneo, visto que alguns bolsistas já haviam cursado ou estavam cursando as disciplinas de Prática de Ensino de Química e Estágio Supervisionado de Química do curso de Química Licenciatura (em que o tema é abordado) e outros não (estavam em períodos iniciais do curso).

O objetivo da coordenadora do PIBID era promover a formação dos bolsistas sobre a temática a partir da análise de casos (históricos ou contemporâneos) nos quais características de NC pudessem emergir. Em outras palavras, aspectos consensuais de NC não foram listados ou definidos a priori para o grupo.

Neste processo, os bolsistas foram solicitados, inicialmente, a realizar a leitura de textos sobre a importância, usos e características da história da ciência no ensino de ciências. O grupo realizou encontros semanais para que estes textos pudessem ser discutidos.

Em sequência, após a visão geral sobre o uso de história da ciência no ensino de ciências, a primeira atividade proposta ao grupo consistia no estudo de natureza da ciência a partir de casos históricos. Para a realização desta atividade, os bolsistas foram divididos em quatro grupos, sendo que em cada um destes haviam alunos dos diferentes estágios de formação do curso.

Cada grupo recebeu um kit contendo diferentes textos históricos, sendo que cada um deles abordava diferentes características da ciência. Os kits possuíam os seguintes temas: (kit 1 – Lavoisier; kit 2: Casos Diversos; kit 3: Controvérsias; Kit 4: Etnografia da ciência). Os objetivos em termos de NC de cada kit se encontram listados abaixo: 1

- ❖ Kit 1: Desmistificar a ideia de genialidade de todo cientista – embora não vise afirmar que um cientista não possa ser considerado um gênio em determinados momentos; Personificar e contextualizar o mito Lavoisier; situar histórica e criticamente as relevantes contribuições de Lavoisier; desmitificar o trabalho de Lavoisier e sua fama de Pai da Química; Superar informações equivocadas recorrentemente propagadas pelos livros didáticos; Personificar e contextualizar o mito Lavoisier, agora, em termos de suas outras atividades na vida além da ciência; Desmitificar o senso de que é “muito fácil descobrir algo”.
- ❖ Kit 2: Ampliar a visão sobre diferentes personalidades de cientistas, bem como uma visão crítica sobre a divulgação científica; Perceber, ter noções mais claras sobre o que significa ciência/cientista influenciados por questões sociais, econômicas, políticas etc.; Entender que essas influências se tratam de uma via de mão dupla indissociável; Três casos/exemplos preciosos sobre os caminhos e descaminhos da construção de um fato científico, do papel, trabalho e características de um cientista.
- ❖ Kit 3: - Conhecer um pouco mais de perto alguns desafios para a construção de fatos na ciência. Como a ciência lida com as controvérsias, a força dos argumentos envolvidos e outros fatores que contam na construção dos fatos; Analisar criticamente o papel da experimentação e dos conhecimentos prévios na construção do conhecimento científico.



- ❖ Kit 4: Servir de referencial teórico para a condução da pesquisa com cientistas contemporâneos; Visualizar, bem de perto, o processo de construção do conhecimento científico nos dias de hoje.

Foi proposto aos grupos que elaborassem uma forma criativa de apresentar os diferentes casos históricos estudados, salientando os aspectos de natureza da ciência que identificassem no momento da leitura. Além disso, os grupos deveriam refletir sobre quais são os processos, produtos e produtores da ciência baseando-se nos textos lidos. Os grupos tiveram 15 dias para realizar a leitura e apresentar o trabalho. Eles foram monitorados pela coordenadora do projeto. Ao final de cada apresentação ocorria uma discussão com todos os bolsistas visando deixar claro quais características de ciência emergiram a partir da análise dos kits.

Escolheu-se o kit 2 para ser descrito e analisado neste trabalho. A escolha deste kit se deve ao fato de que uma das autoras participou da atividade elaborada por este grupo. Além disso, o trabalho realizado por este grupo contemplou várias características de ciência, que puderam ser discutidas com os membros do PIBID de forma rica e produtiva.

Os dados são apresentados inicialmente em um quadro, que relaciona cada cientista e suas falas no teatro com aspectos de NC. Posteriormente, cada característica será discutida mais detalhadamente. Para finalizar, apresentamos as relações apresentadas pelos bolsistas sobre as histórias dos cientistas e os produtos, processos e produtores da ciência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grupo responsável pelo kit 2 optou por apresentar a atividade proposta na forma de um teatro. Para a elaboração de tal atividade, o grupo utilizou os seguintes textos como referência:

- 1) Farias, R. F. (2008). *“Karl Friedrich Mohr: Protagonista, não coadjuvante”*, Para gostar de ler a História da Química, cap. 2, v.1, 3ª Ed., Campinas – SP, Ed. Átomo, p. 19-25.
- 2) A Esperança de Pandora: Ensaio sobre a realidade dos estudos científicos (Bruno Latour, 2001, Cap. 3).
- 3) A Esperança de Pandora: Ensaio sobre a realidade dos estudos científicos (Bruno Latour, 2001, Cap. 4).
- 4) Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora (Bruno Latour, 2000, Cap. 3).

O teatro elaborado consistia em um debate entre os quatro cientistas envolvidos (Joliot, Diesel, Pasteur e Mohr), sendo que cada um deles contaria um pouco de sua história, de modo a contemplar aspectos de sua vida pessoal, sua vida acadêmica e profissional enquanto cientista e também o contexto histórico que vivenciaram. Este debate teria como cenário o céu, o “céu da ciência”. Este cenário foi escolhido, uma vez que os cientistas em questão viveram em períodos históricos diferentes, e o “céu” seria uma forma de promover a discussão entre os cientistas de uma forma lúdica.

O teatro iniciava-se com um aluno da educação básica que tinha como tarefa de casa pesquisar sobre os cientistas citados. Como não encontrava nada na *internet* que contribuísse para sua pesquisa e como não sabia nada sobre os cientistas, o aluno adormeceu. Ao adormecer, ele sonha que está no céu



da ciência e se encontra com os cientistas sobre os quais deveria pesquisar. Ao conversar com o aluno, cada cientista conta um pouco de sua história para tentar convencê-lo de que sua contribuição para a ciência foi mais importante que a contribuição dos demais.

Neste enredo, aspectos de NC foram abordados de forma explícita e implícita. Com o objetivo de destacar estes aspectos, mostraremos algumas das falas presentes no roteiro elaborado que ilustram características da ciência. Os aspectos de NC foram enumerados Quadro 2 para, posteriormente, serem detalhados.

Quadro 2: Aspectos de natureza da ciência abordados no teatro

Cientista	Falas	NC
Mohr	<p>“Em meu primeiro trabalho publicado, construí uma balança analítica muito fácil de ser construída, porém com grande precisão de medida.”;</p> <p>“Meu método para obtenção de haletos, tendo cromato de potássio como indicador é utilizado ainda hoje.”</p> <p>“O famoso condensador de Liebeg, utilizado até hoje, foi inventado por mim. As únicas contribuições de Liebeg foram o aperfeiçoamento e difusão do condensador.”</p> <p>“Também fiz um condensador para a digestão de sólidos, frascos volumétricos, fornos para secagem e até o jeito correto de como cortar e dobrar um papel filtro.”</p> <p>“Introduzi a chamada titulação de retorno para determinação de ácido-base.”</p> <p>“Criei e aperfeiçoei pipetas e buretas.”</p> <p>“Aos 58 anos comecei a Lecionar em Berlim e posteriormente em Bonn. Meus conhecimentos em química e em física permitiram-me explicar como se deve a formação de rochas em termos físico-químicos.”</p> <p>“Falando em físico-química, na realidade não foi Joule e muito menos Helmholtz que descobriram a lei de conservação de energia em 1868. Na realidade, cerca de 30 anos antes eu já tinha publicado sobre a lei de conservação de energia. Tendo inclusive enviado esse meu artigo para Baumgartner, em Viena. Mas estou esperando a resposta até hoje, tenho certeza de que foi extraviado.”</p>	1
Joliot	<p>“Claro que posso contar. Halbam e Kowarski foram os meus principais companheiros de laboratório. Certamente, sem os cálculos de Halbam sob a desaceleração dos nêutrons não seria possível propor a ideia da reação em cadeia. Só que para conseguirmos desacelerar os nêutrons, precisávamos de água deuterada que só era produzida por uma empresa da Noruega. Então, tínhamos um problema: como conseguir a água da Noruega? Isso só foi possível graças a ajuda de Raoul Dautry, que era ministro dos armamentos, e dos tecnocratas. O objetivo de Dautry era desenvolver novas armas para garantir o poderio militar e também a autossuficiência energética para conseguir independência nacional. Lembro que ele me falou que se caso a</p>	2,3,4



	bomba atômica fosse viável, ela deveria ser desenvolvida primeiro e o mais rápido possível. Assim, ele estava mais preocupado com a questão armamentista do que com a produção de energia...”	
	“... não há como separar a ciência da sociedade, da política, do capitalismo. Como você acha que consegui urânio para desenvolver a minha pesquisa? Eu tive que entrar em um acordo, aconselhado por Dautry e por André Laugier (diretor do Centro Nacional de Pesquisa Científica- CNRS) com a Union Minière. Essa empresa era fornecedora de rádio para médicos, e o urânio era relegado a depósitos de lixo. Você deve está se perguntando que tem a ver o rádio com o urânio, mas é que esses dois elementos químicos radioativos, geralmente, são encontrados em um mesmo minério. Mas, eles não me deram o urânio de graça. Em troca, as descobertas científicas deveriam ser patenteadas por um sindicato que deveria distribuir os lucros igualmente a Union Minière e a CNRS.”	5
Diesel	“A indústria nessa época precisava de novas máquinas, já que a eficiência das máquinas a vapor nessa época era baixíssima. Foi a partir daí que tive a ideia de construir uma máquina que tivesse como princípio o ciclo de Carnot.”	2
	“Para conseguir transformar meu projeto bidimensional em um protótipo, contei com a ajuda das empresas MAN e Krupp, que se mostraram bastante interessadas. A MAN me fornecia toda a espécie de válvulas e pistões para a máquina, já que a construção de ferramentas era sua especialidade há trinta anos. Enfim, a MAN me forneceu todos os recursos que eu precisava.”	6
	“Eu tinha tanta confiança no meu protótipo que declarei aos compradores que para adquirir minha máquina, bastava comprar a licença e pagar o <i>royalty</i> , que eu mandaria projetos, engenheiros e mecânicos para ajudar e, ainda assim, se eles não ficassem satisfeitos, poderiam receber seu dinheiro de volta.”	5
	“Contudo, para meu desgosto, as máquinas apresentavam defeitos constantemente... Uma após outra, as empresas que haviam comprado a licença de fabricação me devolviam os protótipos e exigiam seu dinheiro de volta.” “Depois de algum tempo que eu já não estava mais no comando do projeto, vários engenheiros da MAN continuaram a trabalhar num novo protótipo. Cada um deles acrescentava alguma coisa ao projeto e o aperfeiçoava um pouco. Aos poucos, várias modificações foram feitas, o que afastou muito o protótipo construído da minha ideia original.”	7
Pasteur	“Ora, eu tinha minhas convicções! Acredite em mim, pois hoje sabemos que é verdade o que eu disse. Estou me lembrando de que houve outro experimento que eu e o Pouchet realizamos separadamente. Era necessário buscar o ar puro em altitudes elevadas, pois havia garantia que nestes lugares o ar não estaria contaminado. O experimento que eu realizei foi similar ao do Pouchet. Preparei diversas amostras em balões de pescoço de cisne que	8, 9



	<p>continha levedura de cerveja e deixei expostos a uma altitude de 2000m, para que o ar puro pudesse penetrar. A levedura foi fervida para eliminar os germes e o balão foi preparado sob aquecimento. O balão foi vedado, somente quando estava na altitude mencionada que fiz furos no mesmo, utilizado um torques que foi aquecido para se eliminar os germes, de modo que o ar puro entrasse. Em seguida vedei o balão com fogo. Dos vinte frascos expostos a altitude de 2000m, apenas um foi afetado. Pouchet fez esse experimento, mas utilizou lima aquecida para abrir os frascos ao invés de um torques. Todos os oito frascos foram afetados, mas o erro do experimento foi ter utilizado a lima.”</p> <p>(A)²: “Pelo que parece você Pasteur observou que na fermentação havia organismos vivos. Isso também por não acreditar na geração espontânea. Mas ao realizar seus testes você nem sempre obtinha dados que comprovavam sua teoria. E, de qualquer forma, você sempre achava algo que justificasse esse “erro”.”</p>	
--	--	--

1. Influência da personalidade do cientista na ciência

No caso histórico de Karl Friedrich Mohr, o grupo quis destacar as inúmeras contribuições deste cientista – especialmente para a Físico-Química e a Química Analítica –, visto que grande parte dos alunos não tem conhecimento das contribuições do cientista a tais áreas.

Durante a apresentação do teatro, a personagem “Mohr” deixou evidente sua personalidade impaciente e arrogante, que acabava por suscitar a antipatia dos outros cientistas presentes. Escolheu-se esta abordagem, uma vez que a história acerca deste cientista aponta que os inconvenientes de sua personalidade fizeram com que ele colecionasse muitos inimigos em sua época, o que possivelmente foi o motivo pelo qual seu trabalho não foi muito divulgado no meio científico.

Isto leva a reflexão de que ainda que as obras de Mohr tenham sido de qualidade e de grande relevância para a Química, aspectos como sua personalidade influenciaram no seu reconhecimento no meio científico.

2. Influência do contexto social, político e econômico na ciência

A influência do contexto social e político no modo como o conhecimento científico é produzido fica evidente na fala de Joliot, quando este afirma que Raoul Dautry (ministro dos armamentos) lhe solicitou que a bomba elaborada a partir da reação em cadeia fosse produzida o mais rápido possível³.

² (A): fala do aluno em um diálogo com Pasteur.

³ O ministro dos armamentos Raoul Dautry apoiou Joliot na condução dos seus estudos sobre a reação em cadeia, já que esta poderia tornar possível a produção de um novo tipo de armamento. Isso era de grande interesse de Dautry já que a França estava em um contexto de pós Segunda Guerra Mundial e desejava-se adquirir certo poderio militar.



Este aspecto também pode ser destacado na história do cientista Diesel. Em uma de suas falas, ele destaca que a ideia de elaborar uma máquina que utilizava como princípio o Ciclo de Carnot, partiu de uma necessidade da época, já que a eficiência das máquinas a vapor naquele contexto era muito baixa. Esta é uma característica da ciência que mostra que muitas vezes os cientistas decidem se dedicar ao estudo de determinados assuntos motivados pelas necessidades do seu meio social.

3. Trabalho colaborativo

Na história de Joliot foi destacada a contribuição de outros cientistas em seu trabalho. Isso fica evidente quando a personagem menciona a importância dos cálculos feitos por Halbam e Kowarski sobre a desaceleração dos nêutrons para tornar possível a proposição da reação em cadeia. Além disso, o fato de o ministro dos armamentos Raoul Dautry ter viabilizado os estudos de Joliot ao disponibilizar a água deuterada da Noruega, mostra que o trabalho colaborativo em ciência não necessariamente ocorre apenas entre cientistas.

4. Conhecimento científico é livre de valores

No caso histórico de Joliot, destacou-se o fato de que a reação em cadeia poderia ser útil tanto para a produção de energia elétrica, como também para o desenvolvimento de uma bomba atômica. Consequentemente, o conhecimento científico é livre de valores, todavia, os usos que o homem faz do mesmo é que podem contribuir de forma positiva ou negativa para a sociedade.

5. Patenteamento do conhecimento científico

Dado que o patenteamento de pesquisas é uma prática comum no meio científico, optou-se por destacá-lo na história de Joliot. As patentes são uma evidência de que a ciência não é neutra, mas antes, pode ser motivada por interesses econômicos. Isso fica claro na fala do cientista, quando o mesmo afirma que os lucros obtido por meio da patente seriam distribuídos igualmente a Union Minière e a CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique - Centro Nacional de Pesquisa Científica).

A ciência como uma forma de comercialização também emerge em um segundo momento do teatro, quando o cientista Diesel faz menção ao pagamento de *royalties*, o que era necessário para a aquisição de um exemplar de sua máquina.

6. Financiamento de pesquisas científicas

Ao longo da história da ciência, observa-se que o financiamento de pesquisas é algo de grande importância para que o conhecimento possa ser produzido. Neste sentido, a história do cientista Diesel evidencia este aspecto quando o mesmo afirma que só foi possível tornar seu projeto bidimensional em um protótipo graças ao apoio das empresas MAN e Krupp.

7. Ciência sujeita a equívocos

Sabe-se que durante todo o processo que compreende a evolução do conhecimento científico, os erros foram essenciais não apenas para refutar concepções equivocadas, mas como também para inspirar e motivar novos estudos. Na história de Diesel, este aspecto é evidenciado quando este admite o fracasso da tentativa de tornar seu projeto exequível. Por outro lado, ainda que seu projeto não tenha sido bem sucedido, não se pode dizer que este cientista não trouxe contribuições para a ciência, uma



vez que foi a partir dos “erros” cometidos que outros cientistas puderam trabalhar para produzir um novo motor não problemático.

8. Controle de variáveis

Ao abordar a história de Pasteur, o grupo destacou o quão minunciosamente ele descrevia e realizava seus experimentos. Isso foi de grande importância para que Pasteur pudesse respaldar sua teoria de que não havia geração espontânea e também para dar confiabilidade a sua pesquisa.

O controle de variáveis constitui uma prática importante no meio científico, uma vez que possibilita a comparação entre resultados de forma coerente.

9. Influência da convicção dos cientistas nas pesquisas

No caso histórico de Pasteur, observa-se que suas convicções a respeito da não existência de geração espontânea eram tão grandes, que o fazia apontar fontes de erros em quaisquer outros experimentos realizados por cientistas que eram a favor da geração espontânea. Além disso, há relatos de que algumas vezes ele omitia dados experimentais que obtinha que por ventura pudessem contradizer suas ideias. Pensando nisso, o grupo buscou enfatizar o quão importante é a subjetividade e crenças pessoais dos cientistas na interpretação de dados e elaboração de hipóteses.

Discussão sobre processos, produtos e produtores da ciência

No que diz respeito aos processos da ciência, aspectos como a não existência de um único método científico e a possibilidade de erros foram salientados enfatizando-se os casos dos cientistas. Neste sentido, observa-se que cada um dos quatro cientistas possuía um modo diferente de conduzir seus estudos. Isso é evidente ao compararmos os métodos sofisticados utilizados por Joliot (que necessitava de equipamentos e reagentes bastante específicos), com os métodos mais rudimentares utilizados por Pasteur. Com o caso histórico de Diesel, salientou-se que nem sempre os cientistas obtêm resultados conforme o esperado e que algumas ideias estão passíveis de serem aprimoradas ao longo do tempo.

Quanto aos produtos da ciência, discutiu-se que estes não se restringem somente ao conhecimento produzido ou a coisas palpáveis. É interessante notar que a formação de pessoas faz parte do processo de produção de conhecimento e que, portanto, pode ser considerado um produto da ciência.

Em relação aos produtores da ciência, concluiu-se que estes não se restringem aos cientistas apenas, mas colaboradores como financiadores e políticos, por exemplo. Isso porque a contribuição desses profissionais influencia e viabiliza a produção de conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização da atividade apresentada neste trabalho foi possível constatar a importância de se trabalhar com NC a partir de casos históricos, uma vez que por meio destes é possível discutir sobre várias características de ciência, como aquelas que foram destacadas. Como cada kit histórico travada de casos distintos, consideramos que a formação sobre ciência dos bolsistas nesta etapa foi bem rica, visto que vários aspectos distintos de NC foram explicitados.



É válido ressaltar que os vários aspectos de NC abordados no teatro (bem como nas demais apresentações dos bolsistas) não foram transmitidos aos bolsistas na forma de uma lista, mas antes, foram identificados por meio da leitura dos textos históricos. Neste sentido, observou-se uma ineficiência na lista de características de ciência proposta por Lederman (2007), já que esta não contempla alguns dos aspectos discutidos neste trabalho, tais como a influência da personalidade do cientista, o financiamento, as patentes e a comercialização da ciência. Isso nos leva a reflexão de que o estudo de NC não deve se restringir aos aspectos históricos e filosóficos (como normalmente observamos), mas deve salientar também aspectos psicológicos e econômicos (Justi, 2013).

Observou-se também que a proposta de se contar a história da ciência de maneira criativa é eficiente, o que pôde ser constatado a partir da motivação e engajamento dos bolsistas para a realização desta atividade.

Neste artigo tivemos a oportunidade de relatar uma das atividades realizadas no PIBID que visam promover o desenvolvimento do conhecimento de conteúdo sobre ciência dos bolsistas. Demais atividades estão sendo realizadas atualmente com o objetivo de desenvolver o conhecimento pedagógico de conteúdo do mesmo para que um ensino mais autêntico sobre ciência possa fazer parte da realidade escolar brasileira.

Agradecimentos

A CAPES pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95(3), 918-945.
- Fernández, I., Gil-Perez, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de Las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 20(7-8), 591-607.
- Justi, R. (2013, 10 a 14 de novembro). *Ensino sobre Ciências: Da falta de consenso aos novos desafios a serem enfrentados*. Paper presented at the IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências Águas de Lindóia.]
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-880). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Matthews, M. R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17(2-3), 249-263.
- National Research Council. (2012). *A Framework For K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, D. C. : National Academy of Sciences.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What "Ideas-about-Science" Should be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Teaching and Learning Research Programme. (2006). *Science education in schools - Issues, evidence and proposals*. London: The Association for Science Education.
- van Dick, E. M. (2011). Portraying Real Science in Science Communication. *Science Education*, 95(6), 1086-1100.