



Revista Brasileira de Pesquisa em
Educação em Ciências

ISSN: 1806-5104

silnascimento@ufmg.br

Associação Brasileira de Pesquisa em
Educação em Ciências
Brasil

Barbosa de Moura, Cristiano; Guerra, Andreia
História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas
Científicas no Ensino de Ciências?
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, vol. 16, núm. 3, septiembrediciembre, 2016, pp. 725-748
Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571677221010>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências?

Cultural History of Science: A Possible Path for Discussing Scientific Practices in Science Teaching?

Cristiano Barbosa de Moura, Brasil
Andreia Guerra, Brasil

Diversas pesquisas relacionadas à educação científica têm apontado para a importância de se trabalhar na escola tanto os conteúdos científicos, quanto questões em torno ao processo de construção da ciência. Um caminho apontado para viabilizar tal propósito é a introdução da História, a Filosofia e a Sociologia da Ciência (HFSC) na educação básica. Mais recentemente, propostas trouxeram o estudo sobre a ciência com ênfase na prática científica para o centro do debate, trazendo questões que avançam em relação a abordagens metodológicas, que norteavam o estudo sobre a ciência na educação em ciências. Com vistas a contribuir com o debate sobre o tema, esse trabalho pretende explorar caminhos para a abordagem da História da Ciência capazes de dar suporte a intervenções pedagógicas, nas quais as práticas científicas sejam elementos fundamentais. Para cumprirmos esse objetivo, desenvolvemos um trabalho teórico que, a partir da literatura da área, discute objetivos do ensino de ciências na educação básica; em seguida, traz considerações a respeito do conceito de prática científica e como ela se insere nos objetivos da educação científica. Por último, recorreremos a estudos históricos contemporâneos, que nos encaminham à defesa de que a abordagem historiográfica denominada História da Ciência Cultural pode ser um caminho para a inserção de questões em torno às práticas científicas, com vistas a uma educação científica que pretenda a formação cidadã para questões de cunho público, voltadas ao bem-estar social.

Palavras-chave: História Cultural da Ciência; Práticas Científicas; Ensino de Ciências.

Studies in Science Education have pointed to the importance of teaching the scientific content such as the construction process of science. A path to concretize this aim is the introduction of History, Philosophy and Sociology of Science (HFSC) in Science Teaching. More recently, studies have brought the emphasis on scientific practice to the center of this debate, bringing issues that aims to advance in relation to methodological approaches guiding Science Teaching. To contribute to the debate on this subject, this

study aims to explore paths to approach the History of Science, supporting pedagogical interventions, in which scientific practices are key elements. To fulfill this goal, we developed a theoretical study that discusses Science Teaching objectives in basic education; then, it brings considerations regarding the concept of scientific practice and how it fits into the goals of science education. Finally, we turn to historical contemporary studies, which point out that Cultural History of Science could be a historiographical approach capable to introduce discussions about scientific practices in Science Teaching to promote citizenship link to social public questions.

Keywords: Cultural History of Science; Scientific Practices; Science Teaching.

Introdução

Durante as últimas décadas, diversas pesquisas relacionadas à educação científica têm apontado para a importância de se trabalhar na escola tanto os conteúdos científicos, quanto questões em torno ao processo de construção da ciência (OSBORNE et al, 2003; LEDERMAN, 2007; McCOMAS, 2008; ALLCHIN, 2011; 2014; HODSON, 2014). Esses estudos foram substancialmente influenciados pelos chamados “*Science Studies*” (RUDOLPH, 2014)¹ e trouxeram para a educação científica o debate sobre o que deveria ser ensinado sobre a ciência (OSBORNE et al, 2003) ou, de outra forma, sobre a chamada “Natureza da Ciência”, que, segundo McComas (2008, p. 249), constitui-se em

...um domínio híbrido que combina aspectos de vários estudos sociais da ciência, incluindo história, filosofia e sociologia da ciência, combinados com a pesquisa das ciências da cognição, como a psicologia, em uma rica descrição da ciência; como ela funciona, a forma de operar dos cientistas, enquanto um grupo social; e como a própria sociedade tanto dirige como reage aos empreendimentos científicos (McCOMAS, 2008, p. 249).

Dessa linha de estudos, com forte repercussão na construção de currículos em diversos países (AAAS, 1993/2009; NRC, 2012; LEDEN; HANSSON, 2015), uma das propostas que emergiu foi a de que era possível ensinar Natureza da Ciência (NdC), a partir de uma síntese sobre o empreendimento científico, traduzidas em uma lista de princípios (“*tenets*”). Apesar de se reconhecer que não há um consenso sobre o que vem a ser ciência e como ela se desenvolve, os defensores dessa proposta argumentam serem esses princípios consensuais entre especialistas sobre o tema, e, portanto, capazes de nortear o estudo sobre as ciências (OSBORNE et al, 2003; McCOMAS, 2008; LEDERMAN, 2007). Essa lista ficou conhecida como a visão consensual a respeito da NdC e pesquisas empíricas foram desenvolvidas a partir desse aporte teórico (DURBANO;

1 Os “*Science Studies*” (Estudos Sociais da Ciência) ou “*Science and Technology Studies*” (também conhecido pelo acrônimo STS) são uma disciplina devotada a entender a ciência e seu funcionamento, bem como suas interações com a sociedade. São identificáveis como campo disciplinar de forma mais evidente a partir da década de 60. (RUDOLPH, 2014)

CARVALHO; PRESTES, 2013; EL-HANI; TAVARES; ROCHA, 2004). Entretanto, ao longo dos últimos anos, estudiosos dirigiram críticas a esse modelo (IRZIK; NOLA, 2011; 2014; ALLCHIN, 2011, 2014; MARTINS, 2015a; 2015b; DAGHER; ERDURAN, 2014; 2016), impulsionando o debate sobre o tema.

Paralelo ao debate sobre que aspectos abordar a respeito da NdC, a pesquisa na área educacional aponta que a História, a Filosofia e a Sociologia da Ciência (HFSC) constituem caminhos importantes para viabilizar o estudo de NdC na educação básica. Dessa forma, encontramos, na literatura, diferentes propostas utilizando HFSC: controvérsias históricas (BRAGA; GUERRA; REIS, 2012; DURBANO; CARVALHO; PRESTES, 2013), que destaca as diferentes visões em torno a um determinado experimento ou fato científico; narrativas históricas (KLASSEN, 2007; SCHIFFER; GUERRA, 2015), em que por meio de textos literários, são explorados episódios da história da ciência; experimentos históricos (HEERING, 2015; SOUZA; SILVA; ARAUJO, 2014), nos quais por meio da reprodução e discussão de experimentos históricos pretende-se trabalhar o desenvolvimento histórico da ciência; episódios históricos específicos (SILVA; MOURA, 2008; SOUZA; PORTO, 2012), entre outros. Seguindo a visão consensual ou não, praticamente todos estes trabalhos e a implementação destas estratégias esteve guiada pela importância de se construir caminhos para viabilizar o estudo de NdC. De certa forma, pode-se dizer que a pesquisa sobre a utilização de história da ciência em sala de aula esteve nas duas últimas décadas fortemente ligada a discussões em torno à NdC. Entretanto, deve-se reconhecer que esta conexão não existe de forma obrigatória.

Para discutir a questão, é importante destacar que, no momento, o debate sobre o que ensinar a respeito da NdC enfrenta questões como a pertinência do próprio termo NdC. Segundo autores, como Irzik e Nola (2011), a perspectiva da visão consensual pressupõe a existência de uma essência para a ciência, algo considerado problemático se entendemos as diferenças existentes entre as ciências e se as percebemos dentro de um processo de construção histórica. Acreditamos, como Allchin (2011), que o próprio termo “Natureza da Ciência” carrega consigo essa característica. Além dessa, outras críticas foram dirigidas à visão consensual. Algumas com foco nas incoerências existentes entre os próprios *tenets*: como a ciência pode ser autocorretiva se não há um caminho padrão pelo qual ela se constrói? Se a ciência tem um elemento subjetivo, isso torna a objetividade impossível? Se não, por quê? (IRZIK; NOLA, 2011; MARTINS, 2015a; 2015b). Outras críticas foram orientadas especialmente à funcionalidade e utilidade prática das asserções contidas na visão consensual para a tomada de decisões científicas. Por exemplo: como a diferenciação entre lei e teoria pode levar à avaliação da confiabilidade das informações científicas em situações da vida real para a tomada de decisão? (ALLCHIN, 2011)

Essas considerações mostram que a conexão entre História da Ciência e o Ensino objetivando a discussão sobre NdC não é algo trivial, mesmo quando defendemos que a introdução da História da Ciência é importante para se estabelecer práticas pedagógicas cujo objetivo central seja promover debates sobre a ciência. Além disso, desenvolvimentos

curriculares recentes como a “*Next Generation Science Standards*”² (NGSS, “Próxima Geração de Padrões para a Ciência”, em tradução livre) apontam para a inclusão nos currículos das práticas científicas como um componente central do ensino das ciências. Isso indica mudanças em relação a versões anteriores destes documentos, onde a ênfase ao tratar de temas sobre a ciência era sobre a NdC (LEDERMAN; LEDERMAN, 2016). Essa indicação de mudança de ênfase traz, a nosso ver, questões a serem consideradas por trabalhos com o enfoque histórico. Ou seja, dado este movimento curricular a ocorrer na comunidade de educação em ciências, os trabalhos voltados para a abordagem histórica no ensino de ciências devem atentar para o estudo sobre quais estratégias baseadas na história da ciência devem ser usadas no ensino de ciências para promover a discussão sobre a produção do conhecimento científico.

Mesmo considerando que ter as práticas científicas como eixo condutor do ensino pode ser um modismo passageiro, entendemos, todavia, que discussões em torno à problemática da prática científica podem levar a importantes considerações a respeito do ensino de ciências. Cumpre destacar inicialmente que várias possibilidades poderiam ser escolhidas quando a ênfase se dá nas práticas científicas. Uma delas – pela qual optamos aqui – seria a construção de caminhos que destacassem seu caráter dinâmico a partir de um olhar histórico (GALISON, 1987; DASTON, 2008; PIMENTEL, 2007). Dessa forma, entendemos que a ênfase na prática científica pode trazer uma perspectiva frutífera para o debate em torno a questões sobre a ciência, uma vez que pode indicar caminhos alternativos àqueles que seguem caracterizações essencialistas do conhecimento científico.

Mudar o foco da essência da ciência para as práticas científicas, entretanto, impõe desafios no que diz respeito à criação e implementação de abordagens históricas em sala de aula. Isto ocorre porque a mudança de foco altera uma prática comum em muitos trabalhos empíricos desta área, qual seja: destacar os aspectos a respeito da construção da ciência que seriam trabalhados alinhados aos objetivos pedagógicos pretendidos em sala de aula (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2011; 2012) e criar a narrativa em torno destes aspectos (SILVA; MOURA, 2008; SCHIFFER; GUERRA, 2015).

Com vistas a contribuir com o debate em torno ao tema, o presente artigo pretende criar subsídios capazes de gerar respostas à questão: que abordagem da História da Ciência poderia dar suporte a intervenções pedagógicas que considerem as práticas científicas como elemento fundamental a ser implementado na educação científica?

Para cumprirmos o objetivo desse artigo, a partir da literatura da área, estabelecemos inicialmente nossas premissas sobre os objetivos do ensino de ciências na educação básica. Em seguida, esclarecemos nosso entendimento sobre prática científica e como ela se insere nos objetivos da educação científica que aqui defendemos. Por

2 Os NGSS (sigla em inglês para *Next Generation of Science Standards*) são padrões ou metas que refletem o que um estudante deve saber sobre ciências e o que deve ser capaz de fazer. Estes padrões foram publicados em 2013 com base nas estruturas para a Educação em Ciências do Ensino Básico (*Framework for K-12 Science Education*). Fonte: <<http://www.nextgenscience.org/get-to-know>>

último, recorreremos a estudos históricos e historiográficos contemporâneos, com vistas a delinear respostas à questão central desse artigo.

Ensinar ciências no século XXI: resgatando um debate

Estudos recentes (MARTINS, 2015b; MARTINS; RYDER, 2014) estabelecem uma tríade de questões importantes para a pesquisa e ensino de ciências, que seriam: “por quê”, “o quê” e “como” ensinar sobre as ciências, considerando a necessidade de reflexão sobre as questões meta-científicas no ensino de ciências.

Nessa tríade, o “como” se refere às questões metodológicas do ensino, da didática e da prática; “o quê” diz respeito à seleção de temas, questões e conteúdos que deveriam figurar nos currículos e o “por quê” se relaciona com as razões de se estudar ciências em níveis básicos de formação geral. Os estudos de Martins (2015b) e Martins e Ryder (2014), sem construir uma escala de valores entre as três questões destacadas, concentram-se em torno à questão “o que” ensinar sobre as ciências. Dessa forma, debruçam sobre discussões a respeito de critérios para a seleção de conteúdos que devem figurar nos currículos, se o objetivo é o estudo de questões meta-científicas. Acreditamos, assim como os autores, que as três questões são indissociáveis e que em estudos específicos, como os desenvolvidos por eles, é possível concentrarmos numa das questões, sem que isso signifique subordinar ou desprezar as demais.

No caso desse trabalho, julgamos importante focar no “por que” ensinar sobre ciências na educação básica. Na maioria das vezes que essa questão se coloca, as respostas, em um certo consenso da área, direcionam-se para a formação cidadã, ou seja, para a preparação dos jovens para lidar com questões relacionadas à ciência (RUDOLPH; HORIBE, 2016). Porém, como apontado por Rudolph e Horibe (2016), há falta de clareza e consenso sobre o que significa a formação cidadã para lidar com questões científicas.

Na literatura sobre ensino de ciências e NdC, existem diferentes entendimentos a esse respeito. Allchin (2011; 2014), por exemplo, entende que a educação em ciências para a cidadania deve produzir caminhos que permitam aos alunos “avaliar a confiabilidade de informações científicas relevantes para a tomada de decisão pessoal e social” (ALLCHIN, 2014, p.521). Para ele, diversas questões controversas a respeito da ciência revelam a necessidade de os alunos entenderem como a ciência funciona, seja como cidadãos ou como consumidores. Vesterinen, Tolppanen e Aksela (2016) apontam que há uma profusão de visões diferentes a respeito da educação científica para cidadania, endossando, porém, que a retórica mais comum nestes estudos é a de que aprender ciências deveria servir para a tomada de decisão em questões com dimensão científica. Diferente da maioria dos estudos que definem o que é um cidadão informado cientificamente, Rudolph e Horibe (2016) argumentam que o engajamento cívico, característico da cidadania, deveria estar relacionado apenas com a tomada de decisão a respeito de temas de interesse público, destinados a promover o bem comum, em vez de decisões relacionadas a interesses estritamente pessoais. Nesse sentido, a educação científica

deveria focar no aprofundamento da racionalização e das habilidades relacionadas com tomadas de decisões sobre temas de interesse público, que seriam diferentes das habilidades mobilizadas para tomar decisões pessoais e não necessariamente destinadas ao bem comum (RUDOLPH; HORIBE, 2016). Isso implicaria, segundo os autores, em uma mudança de foco no ensino de ciências, que deveria se voltar tanto à promoção do entendimento sobre como os cientistas e especialistas produzem significados a partir de evidências em suas pesquisas, quanto a ressaltar o papel do contexto social e institucional na construção das ciências (op. cit.).

Como os demais estudos, defendemos como objetivo fundamental de ensinar (e ensinar sobre) as ciências a formação de cidadãos, capazes de tomar decisões que envolvem temas científicos, em especial, os temas de interesse público, como apontado por Rudolph e Horibe (2016). Consideramos que um dos pontos de partida para essa formação é o conhecimento de sua herança cultural. Para que possamos atuar no mundo de forma consciente, é preciso reconhecer a origem das questões que se colocam no tempo e espaço em que estamos imersos. Essas questões estão vinculadas à cultura em que vivemos, entendendo aqui cultura como uma teia na qual os homens e mulheres estão ligados, a qual na mesma proporção que determina as ações desses homens e mulheres é por eles formada (GEERTZ, 1989). Dentro dessa perspectiva, um cidadão para tomar decisões conscientes sobre temas de interesse público precisa reconhecer quais são as bases – ligadas à cultura em que se encontra imerso – para a construção de respostas às questões de seu tempo e espaço.

Nosso pressuposto é que os caminhos para se construir as respostas às questões de nosso tempo e espaço estão ligados a uma rede dinâmica na qual aspectos históricos se inserem, mas que se constitui também por ações ativas dos atores do presente. Como Galison (1999), entendemos que existem condições históricas de possibilidades que descrevem como comportamentos e conceitos dependem uns dos outros. Essas condições são específicas de cada momento histórico. São, portanto, ligadas à herança cultural; o que torna fundamental o estudo histórico para discutir quais são as contingências históricas que estão presentes em cada momento histórico. Por compartilharmos com autores como Milne (2011) e Reis, Guerra e Braga (2006) que as ciências são integrantes da cultura do nosso tempo e espaço, entendemos que as ciências fazem parte dessas bases dinâmicas que constroem as questões e respostas que nos defrontamos em nosso mundo. Dessa forma, defendemos que é fundamental o estudo contextual **sobre** as ciências na educação básica, de forma que as salas de aula (e outros espaços educativos) sejam espaços de reflexão sobre as questões a que as ciências se dedicam e sobre as respostas que construíram ao longo do tempo, destacando as possibilidades e limites desse conhecimento. Defendemos ser fundamental criar nas salas de aula um espaço de reflexão crítica em torno à ciência, que permita tanto apropriação das suas práticas como instrumento para enxergar os problemas e dilemas da sociedade contemporânea, quanto pela crítica às próprias práticas científicas e às relações que a ciência constrói com as demais instituições e com o mundo, de uma maneira mais ampla.

A partir desse argumento a respeito do por que estudar sobre ciências na educação básica, nos colocamos junto aos autores que defendem que os objetivos da educação científica devem estar além do conhecimento conceitual e mesmo epistemológico, indo em direção a um conhecimento social e político (RUDOLPH; HORIBE, 2016). Tal abordagem poderia consolidar a visão humanista do ensino de ciências (AIKENHEAD, 2006), à qual nos somamos.

Por entendermos que a ciência é um produto cultural, o estudo sobre a ciência deve pautar-se em seu caráter dinâmico, ultrapassando as chamadas abordagens metodológicas da ciência (McGUIRE; TUCHANSKA, 2013), que tinham por prática descontextualizar a ciência e criar estruturas teóricas por meio das quais o desenvolvimento científico de qualquer tempo poderia ser entendido. Defendemos que o foco dos estudos sobre a ciência na educação básica esteja centrado nas mudanças pelas quais esse conhecimento passou, evidenciando, assim, que há espaço para alterações na construção do modo de se construir pesquisas científicas e que elas podem acontecer inclusive pela influência de não-cientistas, ou seja, os cidadãos (RUDOLPH; HORIBE, 2016).

Por isso, tanto as propostas de ensino implícito sobre a ciência, o chamado “ensinar com NdC” (ABD-EL-KHALICK, 2013) como a ideia de ciência autêntica (CRAWFORD, 2012; 2014), a nosso ver, não contemplam todos os objetivos para a formação cidadã, no sentido que defendemos anteriormente. Para Crawford (2012; 2014), o termo ciência autêntica se refere à construção de experiências educacionais que englobem mais características do real empreendimento científico. Em outras palavras, “usar os dados e a lógica para criar uma explicação a respeito de algo desconhecido ou entendido e usar o ceticismo a respeito das melhores explicações ou aplicações para a sociedade” (CRAWFORD, 2014). Gilbert e Justi (2016) acrescentam que isso significaria “aproximar a educação em ciência tanto quanto possível do real processo de produção da ciência em si” (p.43). Tal perspectiva promoveria, então, o engajamento de estudantes no raciocínio e nas práticas em torno à validação desse conhecimento, destacando o papel da criatividade e promovendo o entendimento dos fenômenos e entidades no “mundo real” (GILBERT; JUSTI, 2016). A adoção dessa perspectiva proporcionaria uma transformação de salas de aula tradicionais e estáticas para salas de aula em que acontecem interações mais dinâmicas entre os estudantes e o professor (CRAWFORD, 2012).

Embora não neguemos as vantagens proporcionadas por tal perspectiva, inclusive as relacionadas ao aprofundamento da capacidade de desenvolver o papel de crítica à ciência – essencial na tomada de decisões cientificamente informadas – consideramos que aproximar as práticas de sala de aula tanto quanto possíveis das verdadeiras práticas dos cientistas não garante, por si só, a sua percepção epistemológica e tampouco permite o entendimento das ciências enquanto construtos sócio-histórico-culturais. Defendemos, dessa forma, a importância de um olhar externo às práticas científicas, capaz de proporcionar a análise do funcionamento da ciência e do efeito de seus produtos na sociedade, além da dependência dos produtos criados em relação às demandas da

sociedade.

Neste sentido, é fundamental a exploração do contexto histórico de produção das ciências, bem como suas relações com as demais produções culturais que compartilham desse contexto, de forma a trazer, através da história da ciência, reflexões em torno à prática científica. Mais à frente, desenvolvemos este argumento. Por ora, é importante definir o que entendemos por prática científica.

Sobre uma ideia de prática científica

Em ensaio recente, Stroupe (2015) aponta que há hoje uma centralidade da discussão a respeito das práticas científicas na educação em ciências. Essa centralidade se faz presente em diferentes propostas curriculares nacionais, como NGSS (2013) e LOMCE³, e também se manifesta em resultados de pesquisa em torno a essa problemática, divulgados e analisados em diferentes países.

Segundo alguns autores (STROUPE, 2015; ERDURAN, 2015), há pouco consenso sobre o tema. Por esse motivo, faz-se necessário explicitar a ideia sobre as práticas científicas que norteiam esse trabalho. Esse aporte será construído, a partir da aglutinação de elementos de várias visões a respeito do tema que entendemos convergir em diversos pontos com a perspectiva de educação em ciências defendida anteriormente.

Dentro desse contexto, Collins (2015) argumenta que após a 2ª Guerra Mundial, houve um processo que elevou o argumento científico e, conseqüentemente, os cientistas a um patamar de autoridade, quando o assunto é o mundo natural. Essa particularidade trouxe à tona uma questão: o que torna especial o empreendimento científico em relação às demais produções das culturas humanas? Essa problemática, a despeito de ser, a princípio, concernente à epistemologia, reverbera no ensino das ciências que tem por objetivo o ensino sobre as ciências. Apesar de todo conhecimento científico ser necessariamente transformado antes de chegar às salas de aula (FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2011), entendemos que este tipo de discussão, por sua complexidade, não pode ser reduzida – em situações de mediação didática – à condução dos alunos a visões corretas a respeito da prática científica. Até porque não é possível determinar uma lista que dê conta de articular com precisão o que importa a respeito das práticas científicas (FORD, 2015). Conforme Stroupe:

Apenas expor os alunos a definições de prática científica, ou colocar os estudantes para completar atividades cujo objetivo é confirmar informações canônicas não é o mesmo que prover oportunidades para que os estudantes aprendam a prática científica engajando-se em trabalho disciplinar durante um tempo” (STROUPE, 2015, p. 1036) tradução nossa)

3 LOMCE é uma sigla em espanhol para “*Ley Organica para la Mejora de la Calidad Educativa*”. Consiste em um conjunto de medidas para a melhora da qualidade da educação na Espanha. Em particular, há uma publicação de janeiro de 2015 que estabelece competências, conteúdos e critérios de avaliação para os diversos níveis educacionais e dentre os quais há diversas menções a práticas científicas ou elementos destas. Fonte: <<http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-738>>

Por esse motivo, consideramos que qualquer intervenção pedagógica que pretenda discutir a prática científica deve promover o diálogo, transformando as salas de aula em espaços privilegiados de debate sobre as ciências e suas práticas. Esta postura dialógica adequa-se mais à consideração de que as práticas científicas não são totalmente passíveis de descrição. Elas possuem alguma regularidade e se caracterizam fundamentalmente pelo processo constante de avaliação e crítica das explicações providas pela ciência (FORD, 2015). As práticas científicas enquanto conjuntos amplos de comportamentos e práticas sociais incluem as performances, que são os atos de pensamento ou ação que podem ser avaliadas normativamente como constituintes de uma prática, isto é, são julgadas conforme sua capacidade de se articular com outras performances, para produzir significado e fazer avançar o conhecimento (*op. cit.*). Medições feitas por meio de instrumentos científicos, por exemplo, são performances constituintes de práticas científicas, na medida em que produzem resultados que, articulados com outros conhecimentos já construídos, resultarão em produção de sentidos novos na ciência.

As práticas científicas não se restringem, porém, a atividades experimentais. A ciência é trabalho e, como tal, as práticas científicas se assemelham de uma maneira geral a outras práticas laborais. Mody (2015) aponta, por exemplo, que se atentarmos para as habilidades que parecem pertencer a cientistas de sucesso, veremos que muitas delas são específicas do âmbito científico, mas muitas outras, não. Os cientistas leem, escrevem, falam e discutem com seus pares em congressos. Nestes espaços, engajam-se em debates com o objetivo de educar e convencer os demais cientistas e, assim, disseminar suas ideias. Uma ação recorrente das práticas científicas, portanto, é elaborar questões a respeito de argumentos de outros cientistas e construir argumentos para defender suas ideias (MODY, 2015).

Dessa forma, o argumento de Mody (2015) endossa nossa visão de que o estudo das práticas científicas é possível apenas por meio do debate. Além disso, o autor destaca que pesquisas mostram que a ciência conforme é apresentada tradicionalmente aos estudantes – amplamente racional, regrada e orientada a demonstrar o conhecimento sedimentado – é melhor aceita por estudantes homens, heterossexuais e brancos ou, de outra forma, é alienante aos estudantes que não se encaixam nesse perfil. Neste caso, vale lembrar o que defendemos acima: a ciência escolar não deve ser voltada à formação de mini cientistas, mas de cidadãos. Alguns desses cidadãos podem, eventualmente, tornar-se cientistas. Seja como for – tornando-se cientistas ou não – os estudantes deverão ser capazes de desempenhar diversas atividades em suas carreiras, como ler, lidar com incertezas, expressar argumentos claramente e de forma convincente, persuadir colegas, trabalhar em grupo, submeter suas ideias e as dos colegas à análise e, ainda, aprender novas habilidades (MODY, 2015).

Ao tratar de práticas científicas no ensino das ciências, consideramos que as questões epistêmicas envolvidas no desenvolvimento científico não se dissociam das questões culturais e socioinstitucionais do empreendimento científico (DAGHER; ERDURAN, 2014). Dessa maneira, como vimos anteriormente, as práticas científicas

não se restringem a habilidades performáticas, como manipulação de instrumentos e variáveis, interpretação de dados e gráficos, mas à associação entre estas performances e os fatores culturais e socioinstitucionais capazes de produzir significados válidos na comunidade científica. Esta articulação é, por excelência, histórica, uma vez que a cultura e as instituições e seus papéis se modificam ao longo do tempo e do espaço em que são construídas. Considerando as práticas científicas como um conjunto de ações imersas neste espaço-tempo em que as ciências se desenvolvem, concordamos com Pimentel (2007), que essas práticas necessariamente mudam com a história.

Dessa forma, mudam não apenas os problemas a que as ciências se dedicam. Alteram-se, também, as estratégias para responder as perguntas e as formas de expor essas respostas. No caso dos experimentos, por exemplo, é possível notar mudanças materiais (como criação de novas técnicas e instrumentos) alavancando diferentes possibilidades de pesquisa em cada contexto. Um exemplo foi o avanço da espectroscopia em meados do século XIX. Segundo Jensen (2005), a utilização de queimadores a gás na ciência data da década de 20 do século XIX, quando a iluminação a gás começa a ser utilizada nas grandes cidades da Europa. Isso, por si só, já traz um elemento novo que muda as práticas que passam a ser possíveis e/ou corriqueiras nos laboratórios daquele contexto. Porém, em meados do século XIX, Robert Wilhelm Bunsen (1811 – 1899) em colaboração com Henry Enfield Roscoe (1833 – 1915) propuseram um aparato para queima de gases – o Bico de Bunsen – que, diferentemente dos anteriores, produzia uma chama mais quente, sem cor, livre de fuligem e de tamanho aproximadamente constante (JENSEN, 2005). Tal aparato permitiu um aprofundamento da pesquisa em espectroscopia, suscitando novas questões acerca dos experimentos e novos tipos de performances na prática científica.

Além disso, a comunicação entre os cientistas é algo fundamental para a constituição das ciências. E a comunicação também se altera ao longo do tempo, modificando as práticas científicas. Galison (1987) aponta que diferente de muitos anos atrás, quando por exemplo as cartas desempenhavam importante papel na comunicação entre os cientistas, hoje o e-mail faz as vezes deste tipo de comunicação. Acrescentaríamos ainda a utilização de redes sociais (acadêmicas – como *Research Gate*, *Academia.edu*, *Edmodo* – ou não acadêmicas) e programas de mensageiros instantâneos para plataformas móveis como smartphones. A internet revolucionou os meios de comunicação e o acesso à informação científica e, sem dúvida, as práticas não são mais as mesmas de décadas passadas. Da mesma forma, mudanças no processo de divulgação da ciência trazem mudanças significativas à mesma.

Por isso, a nosso ver, analisar e explorar as práticas científicas em situações educacionais sem a devida atenção à historicidade dessas práticas, nos faria retornar ao problema do reducionismo da ciência a questões essencialistas, algo presente nas críticas a determinadas visões de Natureza da Ciência (IRZIK; NOLA, 2011; ALLCHIN, 2011).

Sintetizando, a prática científica pode ser entendida como um conjunto de

processos de avaliação e crítica das próprias explicações científicas, pelos quais a ciência se constrói. As práticas incluem, mas não se reduzem às performances, isto é, aos atos concretos ou de pensamento que constituem o dia-a-dia do cientista, como medições, análise de dados, etc. Há uma série de outras ações que fazem parte da ciência, mas não apenas dela e sim de outras atividades laborais, como ler, escrever, falar e debater com pares, construir relações sociais, elaborar argumentos e contra-argumentos para as proposições científicas suas e de outrem. Este conjunto de práticas – que busca consensos, mesmo que temporários – está plenamente imerso em relações socioinstitucionais e permeado pela cultura de um determinado espaço-tempo, sem os quais, portanto, não faz sentido seu estudo e análise.

A História Cultural da Ciência e suas implicações no ensino

Conforme defendido na seção anterior, a abordagem das práticas científicas na educação em ciências não deve prescindir de reflexões capazes de destacar o caráter temporal dessas práticas. Dessa forma, a história das ciências se mostra uma ferramenta importante a ser considerada. Porém, dada a pluralidade de perspectivas de utilização de história das ciências na educação em ciências, uma pergunta que se coloca é: que aporte historiográfico nos permitiria desenvolver as questões levantadas em torno às práticas científicas e ao ensino das ciências? Qual foco para inserção da história das ciências poderia potencializar o trabalho com questões sobre a ciência e discussões sobre práticas científicas? Para propor respostas a estas perguntas, inicialmente apresentamos algumas perspectivas de escrita da história da ciência que, a nosso ver, não se adéquam à perspectiva que defendemos para o ensino de ciências.

Dessa forma, o primeiro olhar historiográfico que podemos descartar diz respeito à história da ciência linear, dos “vencedores”, que apresenta a ciência como decorrente da obra de cientistas que trabalham isolados do mundo em que vivem, desenvolvendo atividades exclusivamente ligadas a um laboratório, à coleta de plantas, à descoberta de fósseis etc. Tal perspectiva é rechaçada pela Nova Historiografia da Ciência (KRAGH, 2001; PORTO, 2010), preocupada com a abordagem do contexto em que se dá o desenvolvimento da ciência, incluindo biografias, relações sociais em que são construídas e os diversos aspectos que influenciam e são influenciados pela ciência.

Sendo assim, se tomamos como exemplo o episódio da proposição de novas nomenclaturas para compostos químicos na França em finais do século XVIII, sob a ótica da antiga história da ciência, poderíamos entender Lavoisier como o grande ator desse processo. Nessa perspectiva, ele é apontado como tendo construído sozinho uma nova nomenclatura para a química, capaz de dissociá-la das práticas dos boticários, dos barbeiros e, também, dos alquimistas, elaborando uma nomenclatura objetiva que fez progredir a química. Antecedendo a essa ideia de Lavoisier, teríamos uma descrição biográfica do filósofo natural, mostrando todos os lugares onde ele estudou, seus interesses, como surgiu a ideia de criar um padrão de nomenclatura para os compostos existentes, etc. Dessa forma, constrói-se uma narrativa triunfalista e centrada em um

personagem. Narrativas triunfalistas sobre Lavoisier foram muito utilizadas na primeira metade do século XIX por “químicos historiadores”, que procuravam recuperar fatos isolados do passado para corroborar suas próprias ideias, a exemplo de Adolphe Wurtz (1817 – 1884), que lançando mão de narrativa análoga à descrita acima, defendia que a ciência química era eminentemente francesa. Já Jean-Baptiste Dumas (1800 – 1884) usava-a com o propósito de defender a teoria dualista de Jacob Berzelius (MOCCELIN, 2003). Tal perspectiva historiográfica de enaltecimento de determinados feitos com objetivo supostamente de escrever determinados nomes na história, a certa altura, foi bastante utilizada por cientistas-historiadores (VIDEIRA, 2007).

Outra possibilidade de (re)construção da história sobre Lavoisier seria negar a ideia triunfalista explícita sobre o filósofo natural, centrando a análise histórica na sua produção acadêmica, de forma a destacar os caminhos seguidos pelo autor para construir a nova nomenclatura. Dessa forma, o olhar estaria voltado, exclusivamente, para seus trabalhos publicados e para as cartas trocadas entre Lavoisier e outros filósofos naturais da época. A análise histórica estaria, assim, restrita às questões epistêmicas envolvidas no trabalho de Lavoisier, destacando suas teses, teorias e experimentos, sem privilegiar aspectos do contexto sociocultural em que essa produção científica ocorreu.

No debate sobre as formas de narrar a história da ciência, é importante considerar questões advindas da filosofia da ciência com as críticas às proposições do empirismo lógico. O empirismo lógico, no início do século XX, defendia ser a ciência um conhecimento construído exclusivamente com base na empiria e no formalismo lógico, sem atenção para questões relativas a crenças e valores dos cientistas, ou seja, do que consideravam o subjetivismo (MARCONDES, 2007). Os enunciados científicos deveriam ser lógicos e formais, sendo a matemática a linguagem universal, por excelência, da ciência. Para os empiristas lógicos, no estudo do processo de construção e validação do conhecimento científico, a sociedade em que os cientistas estavam imersos não era um elemento importante a ser considerado (*op. cit.*).

Na crítica estabelecida ao empirismo lógico, muitos filósofos da ciência, como Imre Lakatos (1922 – 1974) e Thomas Kuhn (1922 – 1966), consideraram que o pensar sobre a ciência não poderia ser desvinculado do contexto social de sua produção (McGUIRE; TUCHANSKA, 2013). A construção desse olhar para o empreendimento científico esteve vinculada ao estabelecimento de uma visão universalista do processo de construção da ciência. Nesse sentido, esses filósofos construíram análises gerais sobre a ciência, que encaminhavam diferentes explicações estruturais de como o conhecimento científico foi e é construído. No caminho de estabelecimento dessas estruturas, a História da Ciência foi recorrentemente usada como um aporte capaz de sustentar as estruturas construídas (McGUIRE; TUCHANSKA, 2013).

Ainda usando o exemplo de Lavoisier, é possível a rotulação de determinados episódios sob a égide de uma ou outra matriz teórica. Os avanços produzidos por Lavoisier na química do século XVIII são frequentemente referidos como sendo uma “Revolução Química”, no sentido kuhniano. Autores (JENSEN, 1998; CHAMIZO, 2014)

argumentam, inclusive que esta não seria a única revolução pela qual passou a química, mas sim que podemos apontar pelo menos três períodos revolucionários na história dessa ciência. Segundo interpretações por um viés kuhniano, há a construção, por Lavoisier, de um novo paradigma, que é incomensurável ao anterior. E sua incomensurabilidade é “medida” especialmente através da diferença conceitual entre a teoria pré-revolucionária e a pós-revolucionária. Como defende Filgueiras (1995), ao falar das descrições de Stahl e Lavoisier sobre os processos de calcinação e combustão: “Vê-se [...] o enorme fosso conceitual que separa os dois sistemas, envolvendo a noção de substâncias elementares e compostas. Uma mudança conceitual, seria, na linguagem de Kuhn, uma mudança de paradigma”. Ou seja, para chegar a esta conclusão, uma análise documental de publicações de Lavoisier parece ter bastado. Em outras publicações, que seguem o viés aqui descrito, é possível notar que se ultrapassa a visão meramente conceitual, incluindo fatores sociais e técnicos⁴, mas que terminam por corroborar para a robustez das estruturais conceituais criadas por filósofos como Kuhn e seus contemporâneos.

Em outra perspectiva, historiadores da ciência do final do século XX buscaram construir estudos cuja intenção não fosse criar ou corroborar estruturas conceituais sobre “o que é” ou “o que deve ser” a ciência, mas sim descrever a dinâmica do processo de construção do conhecimento científico. Nesse caminho, encontramos estudos sobre a história da ciência que dedicam atenção especial tanto às práticas científicas, quanto às formas de representação do conhecimento científico desenvolvidas em determinado contexto, entendendo que esses estudos revelam questões fundamentais sobre a ciência ali desenvolvida (KLEIN, 2003; GALISON, 2010; DASTON, 2008). Essa vertente historiográfica denominada História Cultural das Ciências, encontra-se alicerçada na História Cultural.

A História Cultural⁵ concentra sua atenção nas práticas cotidianas, buscando narrativas que destaquem padrões culturais de determinada época. Assim, é comum encontrarmos nessa vertente análises historiográficas que foquem na história de hábitos, como os modos de sentar à mesa ou a história de objetos, como o garfo e o lenço – por meio dos quais Norbert Elias (1897 – 1990) analisa o processo civilizatório, por exemplo – ou ainda a história de culturas populares (BURKE, 2008). A História Cultural se opõe à história das ideias, ou seja, a história que busca visões gerais para explicar determinado contexto histórico é substituída por uma história que a partir do fazer cotidiano pretende articular este fazer a temas mais gerais sobre a cultura e a sociedade, ou, como colocado por micro-historiadores (uma vertente da história cultural), pretende-se destacar a relação entre a comunidade analisada e o mundo externo a ela (BURKE, 2008).

No caso das ciências, com essa abordagem historiográfica, o foco da análise a ser implementada desloca-se do estudo das grandes ideias e dos cientistas que estabeleceram grandes teorias, para um estudo que considere as ações produzidas pelos diferentes

4 A esse respeito, Chamizo (2014), por exemplo, destaca o papel dos instrumentos nas três revoluções químicas categorizadas por Jensen (1998).

5 Nos referimos aqui à História Cultural ao que Burke (2008) chama de Nova História Cultural, considerando a historicidade dessa própria corrente historiográfica.

atores da ciência. Incluem-se, então, no estudo histórico da ciência, as práticas em torno aos instrumentos e técnicas usadas nos laboratórios, as desenvolvidas para o registro de dados, as comunicações estabelecidas entre os cientistas para discutir questões e divulgar seus trabalhos, a construção de ferramentas matemáticas de análise, de representação e construção de modelos, entre outras. Tal postura deve levar ao entendimento de como os cientistas disseminam suas ideias, como estabelecem relações sociais e que papel a leitura, a escrita e o discurso desempenham na produção científica (MODY, 2015). Apesar de essas atividades serem próprias da ciência, são eclipsadas em abordagens que buscam estruturas generalizantes.

Enfim, o foco estaria na análise histórica sobre aspectos culturais e materiais do desenvolvimento de modelos e teorias científicas (KLEIN, 2003). Valoriza-se, nesse caminho, o intercâmbio entre todos aqueles que direta ou indiretamente participaram da construção do conhecimento científico estudado (GALISON, 1987, 2010). Uma abordagem desse tipo, ao trazer considerações sobre práticas científicas cotidianas daquele contexto, pretende não desvincular as questões epistemológicas estudadas do contexto sociocultural de sua produção e seu estabelecimento.

Segundo Pimentel (2010), na perspectiva da História Cultural da Ciência, a ciência moderna é percebida como uma

...atividade submetida a uma série de contingências sociais e materiais e também deixava de estar fixada à palavra escrita e à teoria. Deixava de ser exclusivamente uma história textual ou livresca, para converter-se também na história de como se realizou tal ou qual experimento e como se replicou em outro espaço e outro momento, sob outras circunstâncias. (PIMENTEL, 2010, p. 420, tradução nossa)

Ao analisar o processo de estabelecimento da ciência moderna à luz da abordagem cultural da história da ciência, Pimentel (2007) o faz a partir dos símbolos e, principalmente, das práticas científicas que se estabeleceram nesse período, classificado como “Revolução Científica”, por um viés kuhniano. Nesse sentido, ficam evidentes não os personagens centrais dessa história, mas instrumentos, como o microscópio e a luneta e práticas, como a da dissecação e a observação do céu. Nessa vertente historiográfica, essas são questões fundamentais para se compreender o processo de mudança nas estruturas científicas que ocorreram naquele momento.

Pimentel (2007) aponta como fundamentais no processo que hoje conhecemos como Revolução Científica o alargamento de horizontes do conhecimento humanos em três direções. No que diz respeito ao corpo humano, os microscópios e a prática de dissecação de corpos ganham grandes proporções e acabam por mudar a forma de fazer medicina e estudar o corpo humano naquele momento. Os médicos vão, pouco a pouco, assumindo uma posição mais prática, assumindo funções como a do corte de tecidos humanos, que antes eram realizadas pelos barbeiros, especialistas no estancamento do sangue. Em uma segunda frente, a utilização da luneta marca uma nova era para a astronomia e para a produção de conhecimento sobre o céu e o sistema planetário em

que estamos localizados. Por último, as grandes navegações trazem inovação em termos de instrumentos (especialmente os náuticos) e o contato com novas culturas, e registro de novas espécies de plantas e animais, o que acaba por alimentar novos campos de pesquisa.

Todas estas mudanças – que constituem antigos fenômenos observados de outra maneira, ou mesmo novos fenômenos – são embaladas por uma postura resgatada do humanismo clássico: a curiosidade. Durante a Idade Média, a curiosidade era considerada vaidade e pecado; porém, durante o século XVI, este pensamento se reorientou, promovendo uma mudança de postura no que tange à pesquisa sobre o mundo natural (PIMENTEL, 2007).

Juan Pimentel (2007) também aponta novos lugares e formas de fazer ciência que surgem no contexto da dita Revolução Científica. Os anfiteatros anatômicos, descritos uma das primeiras vezes por Alessandro Benedetti em sua obra de 1502 (*Historia Corporis Humanis sive Anatomice*), por exemplo, adquirem uma importância tão clara que chegam a ser retratados por Rembrandt em seu famoso quadro “A Lição de Anatomia do Dr. Tulp” (1632). A sua gradual incorporação ao fazer médico pode ser notada pela inclusão de informações sobre estas práticas em tratados médicos do século XVI. Os jardins botânicos das Universidades, também, surgem no século XVI e guardam, para estudo, em seu acervo diversas novas espécies obtidas através do processo de expansão marítima europeia, iniciado no século anterior. Os gabinetes de curiosidades, mantidos por colecionistas, expressavam “a confluência entre as ideias e a cultura material” (PIMENTEL, 2007, p. 220) ao se constituírem em repositórios de objetos de arte, mobiliários, produtos e seres de origem natural.

Pimentel (2007) traz ainda a importância do papel das academias científicas no estabelecimento de uma comunidade científica que conduziu a produção de ciência por um fazer sistemático e, principalmente, coletivo e social. O laboratório, as publicações e imagens científicas, e outras diversas práticas e artefatos, que hoje associamos diretamente ao fazer científico, têm origem neste contexto da chamada Revolução Científica. Com isso, o autor sustenta que mais que uma brusca ruptura explicada por episódios pontuais centrados em Nicolau Copérnico ou Galileu Galilei, a revolução científica se dá de forma gradual e principalmente no campo das práticas, embora seja evidente a importante contribuição individual e mesmo a reelaboração conceitual que uma história das ideias poderia trazer para este cenário.

Como afirmado anteriormente, a História Cultural da Ciência, desenvolvida por autores como Pimentel, não sustenta posições totalizantes sobre como é ou deveria ser o empreendimento científico. Em sua rica descrição, há espaço para a história das ações individuais ou coletivas daqueles “atores” materiais – como instrumentos e os próprios cientistas – e não-materiais – espaços como laboratórios ou instituições como as academias, aproximando-se em alguns momentos de uma história da ciência bastante pormenorizada, que caracterizamos como micro-história. Em trabalhos como o de Galison (1987), esta perspectiva é ainda mais pronunciada. Em sua obra

How Experiments End (1987) o autor, através do estudo de experimentos específicos, explora as diferentes questões a respeito da produção das técnicas de medição, sobre a construção dos próprios experimentos e acerca da precisão dos dados que são extraídos das medições. Entra em discussão o que é considerado como resultado do experimento e o que é interpretado como simples ruído. Com isso, Peter Galison explora questões pertinentes ao fazer científico, ou seja, como as diversas performances associadas às práticas científicas vão moldando-se umas às outras para a determinação de resultados das ações experimentais, produzindo consensos sobre os significados físicos desses resultados e, então, decretando seu final.

Nesse momento, uma questão que se coloca é a respeito da suposta dicotomia entre estudos historiográficos em que se propõe um viés micro-histórico e aqueles que defendem ser necessárias análises que levem a conclusões mais gerais sobre a ciência, a fim de promover a tomada de decisões cientificamente informadas pelos estudantes.

Em primeiro lugar, cabe aqui retomar aquela que é nossa premissa maior, baseada no argumento defendido no início deste artigo: o objetivo da inclusão de História da Ciência no Ensino de Ciências em nível básico deve ser promover a discussão sobre pontos-chave da produção do conhecimento científico. Sendo assim, torna-se mais importante construir discussões do que asserções sobre a ciência em sala de aula. Além disso, adotamos as premissas de Ginzburg, Tedeschi e Tedeschi (1993), segundo a qual a abordagem micro-histórica tem a intenção de, ao olhar para uma história mais local e pormenorizada, tornar mais claro o contexto de produção das narrativas históricas, porém sem deixar de ligar os fatos mais específicos ao contexto mais amplo.

Por último, cabe lembrar que alguns estudiosos têm destacado como importante a virada recente dos estudos sobre a ciência para uma perspectiva mais localista (GALISON, 2008; KUUKKANEN, 2011), em detrimento das abordagens anteriores, consideradas mais totalizantes. Para os autores que têm defendido essa abordagem, de uma maneira geral, a ciência construída em uma localidade reflete aquele local e possui características diferentes de uma ciência construída em outro local (KUUKKANEN, 2011). Essa defesa da localidade da produção da ciência não nega, entretanto, a evidente globalização atual do discurso científico, o que vem sendo explicado por filósofos da ciência através de processos de deslocalização deste conhecimento (KUUKKANEN, 2011; GALISON, 1997).

Utilizar a História da Ciência Cultural no Ensino de Ciências implicaria, portanto, o desenvolvimento de narrativas históricas para o ensino que deslocassem de seu núcleo principal os grandes nomes da ciência e como estes atuaram para o estabelecimento de novas teorias, colocando em seu lugar as práticas científicas e como estas mudaram ao longo do tempo, além de como elas atuaram para alterar o conhecimento científico em si. Através da História da Ciência Cultural, tem-se uma alternativa às visões historiográficas totalizantes ou às chamadas abordagens metodológicas (McGUIRE; TUCHANSKA, 2013), alterando a pretensão de caracterizar rupturas ou ascensões e quedas de programas de pesquisa, para a descrição de como o conhecimento científico

se reconfigura gradualmente a partir de novas práticas e representações (KLEIN, 2003). Estes processos de reconfigurações graduais incluem ações de formação de novas gerações de cientistas, a criação de novas culturas científicas⁶ e disputas e controvérsias no interior da ciência, bem como suas relações com a cultura mais ampla, através da atuação de não-cientistas na ciência, da divulgação desse conhecimento ao público amplo, das relações socioinstitucionais que ali se desenvolvem e da própria explicitação dos contextos históricos mais gerais nos quais estas práticas científicas se desenvolveram. Por último, ao evitar a busca de abordagens estruturais para a ciência, é possível evitar caracterizações essencialistas e monolíticas para a mesma, que pretendem determinar estruturalmente o que foi e normatizar o que é e será a ciência. No viés aqui desenvolvido, a discussão sobre a ciência continua sendo o principal objetivo para a história da ciência no ensino.

A História Cultural da Ciência traz contribuições ao ensino de ciências, ao possibilitar a emergência de discussões sobre gênero, etnia, entre outras, na medida em que um estudo centrado nas práticas científicas pode facilitar a visibilidade de atores participantes do fazer científico e negligenciados na história das ciências das grandes ideias e, assim, suscitar discussões sobre estas perspectivas (MOURA; GUERRA, 2014; 2016).

Defendemos, ainda, que as abordagens históricas para o ensino pautadas na História Cultural das Ciências podem destacar a função política e social do ensino de ciências na educação básica, harmonizando-se aos estudos pós-coloniais (LANDER, 2005). Isso porque na medida em que centramos atenção nas práticas coletivas ao longo do desenvolvimento da ciência, destacamos atores na produção científica que permitem dialogar com interpretações trazidas pelos estudos pós-coloniais, quando os mesmos questionam o eurocentrismo e a tese de uma Europa “autogerada e ascética”, processo no qual o papel das colônias europeias teria sido irrelevante na construção da cultura europeia (CASTRO-GÓMEZ, 2005), e, portanto, da ciência moderna. Aprofundar essa perspectiva sob a ótica da História Cultural da Ciência e Estudos Sociais da Ciência parece promissor no sentido de jogar luz sobre temas que envolvem ciência e poder, que hoje muitas vezes são negligenciados na Educação em Ciências.

Considerações Finais

Nesse estudo, buscamos, a partir do diálogo com a literatura da área de história da ciência, do ensino de ciências e de perspectivas dos estudos culturais para a ciência, discutir caminhos possíveis para abordagens históricas no ensino de ciências, cujo eixo central fosse a reflexão sobre as práticas científicas. A partir da discussão da literatura recente referente ao ensino sobre as ciências, problematizamos a visão consensual, apresentando as críticas mais proeminentes e apontando as demandas recentes da área,

6 Ursula Klein (2003) usa o termo “cultura científica” para descrever a relações relativamente coerentes entre diferentes elementos sociais, materiais, simbólicos e práticas em nível coletivo de uma ciência. Diferem, portanto, das disciplinas científicas.

relacionadas à discussão a respeito das práticas científicas no ensino de ciências.

Nesse sentido, resgatamos o debate a respeito da importância do ensino de ciências na escola e, em particular, do ensino sobre as ciências com vistas à formação cidadã. Alinhados ao estudo de Rudolph e Horibe (2016), a respeito de reorientar a formação cidadã para questões de cunho público, voltadas ao bem-estar social, adicionamos a essa visão um elemento histórico-cultural para justificar a necessidade da história da ciência como guia para construção dessa perspectiva cidadã.

Reconhecendo a falta de consenso sobre a ideia de prática científica, procuramos construir uma visão própria que norteasse esse trabalho a partir de teorizações que possuísem pontos em comum na literatura. Apresentamos como alternativa para a abordagem das práticas científicas a História Cultural da Ciência. Trazendo exemplos históricos e contrapondo esta abordagem a outras abordagens históricas possíveis, delineamos características, vertentes da própria História Cultural da Ciência e premissas fundamentais desse viés historiográfico. Depois, discutimos implicações do estudo para abordagens históricas na educação científica.

É importante notar que as ideias aqui defendidas podem ser conjugadas a outras perspectivas da própria tradição da área de História da Ciência e ensino, como as abordagens por estudos de caso históricos (PORTO, 2010) e demais abordagens exemplificadas no início do trabalho. O viés aqui descrito não descreve métodos para inserção de história da ciência em sala de aula ou outras situações educacionais e nem descarta, a princípio, nenhum método, exceto os amplamente refutados na literatura como, por exemplo, o relacionado a abordagens conteudistas ou anedóticas de história da ciência. Discutimos aqui a um viés historiográfico por meio do qual defendemos ser mais apropriado ao estudo de práticas científicas no sentido definido neste trabalho.

Para que possamos ampliar o escopo das discussões trazidas por esse estudo, será importante conjugar resultados de pesquisas empíricas, a partir da criação e implementação de sequências didáticas ou módulos para espaços formais ou não-formais de ensino por meio das quais possam ser investigados parâmetros para a adoção da perspectiva da História Cultural da Ciência, aqui apresentada em situações variadas, ou ainda, estratégias para trabalhar a formação de professores nesse tema. Algumas pesquisas empíricas estão sendo desenvolvidas com esse intuito pelo grupo de pesquisa no qual atuamos. Uma delas refere-se a um trabalho no Ensino Médio na disciplina Biologia em torno ao estudo da controvérsia entre mendelianos e biometricistas, tendo por foco discussões a respeito da Eugenia (MARQUES, 2016). Dentre as em fase de desenvolvimento a que se refere a um estudo desenvolvido em turmas de oitavo ano do ensino fundamental, quando do estudo do corpo humano, desenvolvido na Europa nos séculos XVI e XVII, está em fase de análise de dados.

Além disso, são importantes estudos que articulem a perspectiva aqui exposta a outras linhas de pesquisa como argumentação, linguagem e discurso, a identificação cultural dos alunos com estratégias desenvolvidas nessa linha, implicações para divulgação e popularização da ciência, entre muitos outros caminhos.

Agradecimentos

Ao nosso grupo de pesquisa, o Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura (NIEHCC) do CEFET/RJ, pela leitura e sugestões a este texto e cujo trabalho em sala de aula, discutido a cada reunião, inspirou e inspira as discussões ora aqui apresentadas.

Aos árbitros e à editora pelas sugestões que contribuíram para a melhoria do texto.

Ao CNPq pelo financiamento das pesquisas do grupo.

Referências

AAAS. **Benchmarks for Scientific Literacy**, Chapter 1. New York, NY: Oxford University Press, 1993/2009. Disponível em: <<http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?chapter=1>>. Acesso em: 28. abr. 2016.

ABD-EL-KHALICK, F. Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. **Science & Education**, v. 22, n. 9, p. 2087–2107, 2013.

AIKENHEAD, G. S. **Science education for everyday life: Evidence-based practice**. New York: Teachers College Press, 2006.

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518–542, 2011.

ALLCHIN, Douglas. From science studies to scientific literacy: A view from the classroom. **Science & Education**, v. 23, n. 9, p. 1911–1932, 2014.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. The role of historical-philosophical controversies in teaching sciences: The debate between Biot and Ampère. **Science & Education**, v. 21, n. 6, p. 921–934, 2012.

BURKE, P. **O que é história cultural?** rev. e ampl. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

CASTRO-GOMEZ, S. Ciências sociais, violência epistêmica e o problema da “invenção do outro”. In: LANDER, E. (org.) **A Colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais**. Perspectivas latino-americanas. Buenos Aires: Clacso, p. 145–163, 2005.

CHAMIZO, J. A. The Role of Instruments in Three Chemical Revolutions. **Science & Education**, v. 23, n. 4, p. 955–982, 2014.

COLLINS, H. Can We Teach People What Science Is Really Like? **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1049–1054, 2015.

CRAWFORD, B. Authentic Science. In: GUNSTONE, R. (Ed.) **Encyclopedia of Science Education**. Dordrecht: Springer Netherlands, p. 113–115, 2014.

CRAWFORD, B. A. Moving the Essence of Inquiry into the Classroom: Engaging Teachers and Students in Authentic Science. In: TAN, K. C. D.; KIM, M. (Eds.) **Issues**

and Challenges in Science Education Research, Dordrecht: Springer Netherlands, p. 25–42, 2012.

DAGHER, Z. R.; ERDURAN, S. **Reconceptualizing Nature of Science for Science Education**. Springer Netherlands, 2014.

DAGHER, Z. R.; ERDURAN, S. Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, v. 25, n. 1, p. 147–164, 2016.

DASTON, L. On scientific observation. **Isis**, v. 99, n. 1, p. 97–110, 2008.

DURBANO, J. P. M.; CARVALHO, E. C.; PRESTES, M. E. B. Controvérsias científicas como recurso para avaliar percepção sobre o papel da subjetividade na ciência. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, n. 6, p. 122–134, 2013.

EL-HANI, C.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre História e Filosofia das Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, p. 265–313, 2004.

ERDURAN, S. Introduction to the Focus on... Scientific Practices. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1023–1025, 2015.

FILGUEIRAS, C. A. L. A revolução química de Lavoisier: uma verdadeira revolução? **Química Nova**, v. 18, n. 2, p. 219–224, 1995.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. History and nature of science in high school: Building up parameters to guide educational materials and strategies. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 657–682, 2012.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27–59, 2011.

FORD, M. J. Educational Implications of Choosing “Practice” to Describe Science in the Next Generation Science Standards. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1041–1048, 2015.

GALISON, P. **How experiments end**. University of Chicago Press, 1987.

GALISON, P. Material culture, theoretical culture and delocalization. In Krige J.; Pestre D. (Eds.) **Science in the Twentieth Century**. Paris: Harwood, p. 669–682, 1997.

GALISON, P. Objectivity is Romantic. In: **The Humanities and the Sciences**. ACLS Occasional Paper, No. 47. New York: American Council of Learned Societies, pp. 15–43, 1999. Disponível em: <<http://archives.acls.org/op/op47-3.htm#galison>>. Acesso em: 28. abr.2016.

GALISON, P. Ten problems in history and philosophy of science. **Isis**, v. 99, n. 1, pp. 111–124, 2008.

GALISON, P. Trading with the enemy. In: GORMAN, M. E. (Ed.) **Trading zones and interactional expertise**: Creating new kinds of collaboration, Cambridge: MIT Press, p. 25–52, 2010.

GEERTZ, C. **As interpretações das culturas**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1989.

GILBERT, J. K.; JUSTI, R. Towards authentic learning in Science Education. In: GILBERT, J. K.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching in Science Education**, Dordrecht: Springer, p. 41–56, 2016.

GINZBURG, C.; TEDESCHI, J.; TEDESCHI, A. C. Microhistory: Two or three things that I know about it. **Critical Inquiry**, v. 20, n. 1, p. 10–35, 1993.

HEERING, P. Make-Keep-Use: Bringing Historical Instruments into the Classroom. **Interchange**, v. 46, n. 1, p. 5–18, 2015.

HODSON, D. Nature of Science in the Science Curriculum: Origin, Development, Implications and Shifting Emphases. In: MATTHEWS, M. R. (ed.) **International Handbook of Research in History**, Dordrecht: Springer, p. 911–970, 2014.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science & Education**, v. 20, n. 7–8, p. 591–607, 2011.

IRZIK, G.; NOLA, R. New directions for nature of science research. In: Matthews, M. R. (ed.) **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**. Springer Netherlands, p. 999–1021, 2014.

JENSEN, W. B. Logic, History, and the Teaching of Chemistry: III. One Chemical Revolution or Three? **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 8, p. 961–969, 1998.

JENSEN, W. B. The origin of the Bunsen burner. **Journal of Chemical Education**, v. 82, n. 4, p. 518–519, 2005.

KLASSEN, S. The Application of Historical Narrative in Science Learning: The Atlantic Cable Story. **Science & Education**, v. 16, n. 7, p. 335–352, 2007.

KLEIN, U. **Experiments, models, paper tools**: Cultures of organic chemistry in the nineteenth century. Stanford University Press, 2003.

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

KUUKKANEN, J.-M. I am knowledge. Get me out of here! On localism and the universality of science. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 42, n. 4, p. 590–601, 2011.

LANDER, E. (org.) **A Colonialidade do saber**: eurocentrismo e ciências sociais: perspectivas latino-americanas. Buenos Aires: Clacso, 2005.

LEDEN, L.; HANSSON, L. Nature of Science progression in school year 1–9: An analysis of the Swedish curriculum and teachers' suggestions. In: 13th International History, Philosophy and Science Teaching Group Biennial Conference, Rio de Janeiro - Brazil,

2015. **Proceedings of ...**, p. 1–9, 2015.

LEDERMAN, N. G. Nature of science: Past, present, and future. In S.K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), **Handbook of Research on Science Education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 831–879, 2007.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S. Do the ends justify the means? Good Question. But what happens when the means become the ends? **Journal of Science Teacher Education**, v. 27, n. 2, p. 131–135, 2016.

MARCONDES, D. **Iniciação à história da filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2007.

MARQUES, M. A. **A utilização da controvérsia mendeliano-biometricista na questão da hereditariedade no início do século XX: um caminho para se trabalhar a hereditariedade na educação básica?** Dissertação de Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2016.

MARTINS, A. F. P. Knowledge about Science in Science Education Research from the Perspective of Ludwik Fleck's Epistemology, **Research in Science Education**, online first, 2015a. DOI: 10.1007/s11165-015-9469-7

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703–737, 2015b.

MARTINS, A. F. P.; RYDER, J. Nature of Science in science education: from ‘tenets’ to ‘themes’. In: GIREP-MPTL 2014 International Conference, Palermo - Italy, 2014. **Proceedings of ...** p. 999–1010, 2014.

MCCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 249–263, 2008.

McGUIRE, J. E.; TUCHANSKA, B. Da ciência descontextualizada à ciência no contexto social e histórico. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 6, n. 2, p. 151–182, 2013.

MILNE, C. **The Invention of Science: Why History of Science Matters for the Classroom**. Netherlands: Sense Publishers, 2011.

MOCCELIN, R. C. **Lavoisier e a longa revolução na química**. 101p. Dissertação (Mestrado em Filosofia) - Programa de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MODY, C. C. M. Scientific Practice and Science Education. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1026–1032, 2015.

MOURA, C. B.; GUERRA, A. Explorando personagens esquecidos na construção dos modelos atômicos: um caminho para discussão sobre NdC. In: III International History, Philosophy and Science Teaching Group Latinoamerican Conference, Santiago – Chile, 2014. **Proceedings of ...** 12p., 2014

MOURA, C. B.; GUERRA, A. Ciência e seus autores: um olhar ao longo da história. In: Roberto D. V. L. Oliveira; Gloria R. P. C. Queiroz. (Orgs.). **Tecendo diálogos sobre direitos humanos na Educação em Ciências**. 1ed. São Paulo: Livraria da Física, p. 261–285, 2016.

NRC (National Research Council). **A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts and core ideas**. Washington, D. C., National Academy Press, 2012.

OSBORNE, J., COLLINS, S., RATCLIFFE, M., MILLAR, R., DUSCHL, R. What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. **Journal of research in science teaching**, v. 40, n. 7, pp. 692–720, 2003.

PIMENTEL, J. La Revolución Científica. In: Artola, M. (dir.) **Historia de Europa: Tomo II**. Madrid: Espasa Calpe, p. 163–238, 2007.

PIMENTEL, Juan. ¿Qué es la historia cultural de la ciencia? **Arbor**, v. 186, n. 743, p. 417–424, 2010.

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

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, p. 71–87, 2006.

RUDOLPH, J. L. Science Studies. In: GUNSTONE, R. (Ed.) **Encyclopedia of Science Education**. Dordrecht: Springer Netherlands, p. 914 –917, 2014.

RUDOLPH, J. L.; HORIBE, S. What do we mean by science education for civic engagement? **Journal of Research on Science Teaching**, v. 53, n. 6, p. 805–820, 2016.

SCHIFFER, H.; GUERRA, A. Electricity and Vital Force: Discussing the Nature of Science Through a Historical Narrative. **Science & Education**, v. 24, n. 4, p. 409–434, 2015.

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, p. 1602.1-1602.10, 2008.

SOUZA, K. A. F. D.; PORTO, P. A. History and Epistemology of Science in the Classroom: The Synthesis of Quinine as a Proposal. **Journal of Chemical Education**, v. 89, p. 58–63, 2012.

SOUZA, R. S.; SILVA, A. P. B.; ARAUJO, T. S. James Prescott Joule e o equivalente mecânico do calor: reproduzindo as dificuldades do laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 3309.1-3309.9, 2014

STROUPE, D. Describing “Science Practice” in Learning Settings. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1033–1040, 2015.

VESTERINEN, V.-M.; TOLPPANEN, S.; AKSELA, M. Toward citizenship science education: what students do to make the world a better place? **International Journal of Science Education**, v. 38, n. 1, p. 30–50, 2016.

VIDEIRA, A. A. P. Historiografia e história da ciência. **Escritos (Fundação Casa de Rui Barbosa)**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 111–158, 2007.

Cristiano Barbosa de Moura

Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ)
Rio de Janeiro, Brasil
cristiano.moura@cefet-rj.br

Andreia Guerra

Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ)
Rio de Janeiro, Brasil
aguerra@tekne.pro.br

Recebido em 16 de maio de 2016
Aceito para publicação em 28 de julho de 2016