

A UTILIZAÇÃO DE TRADUÇÕES DE FONTES PRIMÁRIAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES: BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE DIFICULDADES DE LEITURA E ENTENDIMENTO¹

Sergio Luiz Bragatto Boss²
João José Caluzi³
André Koch Torres Assis⁴
Moacir Pereira de Souza Filho⁵

Introdução

A formação inicial e continuada de professores “não tem conseguido atingir mudanças de postura frente aos processos de ensino e aprendizagem, pois, na maioria dos casos, desconsideram o fato de que os docentes possuem pré-concepções sobre o que é importante ensinar, como fazê-lo, quais as causas do fracasso dos estudantes” (LEVY; SANMARTÍ, 2001 apud GATTI; NARDI; SILVA, 2004, p. 492).

A persistência dessas pré-concepções ou esquemas/concepções alternativos após a educação formal, seja em qual for o nível de ensino, aponta para um certo distanciamento entre o processo educativo e o processo de construção do conhecimento (VILLANI, 1984; ROBILOTTA, 1988, p. 15; DANHONI NEVES, 1998, p. 78; GATTI; NARDI; SILVA 2004, p. 492). Em geral, a Ciência e todos os seus elementos ainda são abordados e ensinados como algo pronto, finalizado, e raramente se considera a possibilidade de trabalhar a sua construção e integração com outras áreas; assim, perpetua-se uma Ciência dogmatizada, descontextualizada, a-histórica, individualizada etc. (DANHONI NEVES, 1998, p. 74 e 78).

Neste contexto, é “incontornável a importância da História da Ciência na educação em ciências, concretizada em reformas ou reorganizações ocorridas nos currículos de ciências [...] e que levou à introdução de um maior número de referências relativas a questões históricas, filosóficas, éticas e culturais” (DUARTE, 2004, p. 324). Diversas pesquisas têm sido desenvolvidas em diferentes países e “a inclusão de componentes de história e filosofia da ciência em vários currículos nacionais” é destacada como um fator importante para a educação científica (MATTHEWS, 1995, p. 165). Defende-se, então, que a aproximação entre História da Ciência (de agora em diante HC) e Ensino de Ciências pode ser um elemento importante para que consigamos caminhar para uma educação científica efetivamente profícua (EL-HANI, 2007, p. 294; MATTHEWS, 1994, 1995; FREIRE JR., 2002). Diante disso, há justificativas e possibilidades sobre a relevância da aproximação entre a História da

¹ Este texto é composto da Introdução da tese de Boss (2011) junto com três outros trabalhos (BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2010a, 2011; BOSS, [no prelo]).

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Centro de Formação de Professores, Av. Nestor de Melo Pita, 535, Centro, CEP 45300-000, Amargosa, BA, Brasil. E-mail: sergioboss@ufrb.edu.br.

³ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências, Departamento de Física. Av. Eng. Luis Edmundo Carrijo Coube, 14-1, Vargem Limpa, CEP 17033-360, Caixa-postal: 473, Bauru, SP, Brasil. E-mail: caluzi@fc.unesp.br.

⁴ Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de Física Gleb Wataghin, Departamento de Raios Cósmicos e Cronologia, CEP 13083859, Campinas, SP, Brasil. E-mail: assis@ifi.unicamp.br.

⁵ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Física, Química e Biologia, Rua Roberto Simonsen, 305, CEP 19060-900 - Presidente Prudente, SP, Brasil. E-mail: moacir@fct.unesp.br.

Ciência e o Ensino de Ciências. Apresentamos, a seguir, um excerto extraído de Matthews (1995) que exemplifica e sistematiza parte desses argumentos:

A tradição contextualista assevera que a história da ciência contribui para o seu ensino porque: (1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência - a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a uma ideologia científicista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente. (MATTHEWS, 1995, p. 172-3).

Na medida em que se reconhece o valor da HC para o processo educativo, torna-se fundamental pensarmos sobre a maneira como os aspectos históricos têm sido veiculados e divulgados em materiais voltados para o ensino em nível Básico e Superior, uma vez que isso implica diretamente no quão profícua ou danosa a história da ciência será para o processo formativo em qualquer nível de ensino (FREIRE Jr., 2002, p. 26-7; HOTTECKE; SILVA, 2011, p. 304-5; MARTINS, R. 2006a). Muitas vezes, os conteúdos históricos disponíveis para os professores, em livros didáticos ou paradidáticos, materiais de divulgação ou outro material que não seja proveniente de estudos acadêmicos, é caricata e distorcida. Os aspectos históricos, que deveriam subsidiar o ensino contextual, acabam levando a visões equivocadas sobre a natureza da ciência, geram e sedimentam concepções empírico-indutivistas da ciência, reforçam os mitos e anedotas populares (e.g., a maçã de Newton (MARTINS, R. 2006b) e o episódio de Arquimedes e a coroa do rei (MARTINS, R. 2000a)), criam uma ciência constituída de verdades irrefutáveis e por “grandes gênios”, além de apresentarem anacronismos que não contribuem para a análise conceitual (HOTTECKE; SILVA, 2011, p. 304-5; MARTINS, R. 2006a). A HC, por vezes, resume-se a datas, nomes, eventos isolados e linhas do tempo, em geral, em “quadros” desconectados do texto onde o conteúdo científico é apresentado, e sendo relatada de forma anedótica (HOTTECKE; SILVA, 2011, p. 304-5; MARTINS, R. 2006a). Segundo R. Martins (2006a), há certa quantidade de material sobre HC, mas o problema é a sua qualidade (MARTINS, R. 2006a, p. XXIV). Diante desta reflexão, Hottecke e Silva (2011, p. 304) afirmam que “o efeito da inclusão da História da Ciência no Ensino de Ciências depende principalmente de qual História da Ciência é usada e como ela é usada”.

Neste sentido, Lilian Martins (2005, p. 314-5) coloca que “a História da Ciência é feita por seres humanos e se constitui em uma reconstrução de fatos e contribuições científicas”, porém é comum encontrar alguns problemas nessas reconstruções “que devemos procurar evitar ao máximo”, mas que de forma recorrente são encontrados em materiais de cunho histórico. A pesquisadora apresenta e discute quatro problemas. O primeiro deles é a *História da Ciência puramente descritiva*, repleta de datas e informações irrelevantes para o que está sendo estudado. O segundo problema é a *interpretação anacrônica* da História, “que consiste em estudar o passado com os olhos do presente”. Um terceiro problema “é a utilização ideológica da História da Ciência (de forma nacionalista, política ou religiosa)”. O quarto problema é denominado de “*apudismo*”. Emprega-se este termo aos trabalhos historiográficos em que seus autores utilizam com frequência o termo *apud*, pois basearam-se apenas em informações provenientes de fontes secundárias e sem consultar as fontes primárias. (MARTINS, L. 2005, p. 314-5). Os problemas referentes à História da Ciência não se resumem a esses quatro, no entanto, os pontos destacados pela Professora Lilian Martins (2005, p. 314-5) ilustram bem alguns problemas importantes e bastante comuns em materiais históricos disponíveis para a educação em ciências.

Nota-se, desta forma, que há um obstáculo bastante importante na relação de aproximação entre HC e Ensino de Ciências, o qual a literatura específica da área tem apontado: a ausência de material histórico em português, de bom nível, que possa subsidiar as práticas metodológicas em sala de aula (MARTINS, R. 2006a, p. XXIV; PESSOA Jr., 1996, p. 5; HOTTECKE; SILVA, 2011), bem como a falta de conteúdo adequado de História da Ciência em livros texto (HOTTECKE; SILVA, 2011, p. 295; HOTTECKE; HENKE; RIESS, 2010). Segundo Schirmer e Sauerwein (2011), após uma análise dos trabalhos publicados nos EPEF's de 2002 a 2010, concluiu-se que “a produção de materiais para implementação no ensino parece ser preterida, o que culmina na escassez destes materiais” (SCHIRMER; SAUERWEIN, 2011).

Além da já apontada falta de material histórico para educação científica, notamos ao longo do nosso trabalho com textos históricos em sala de aula, tanto em nível Médio quanto Superior, um outro problema: a adequação do material histórico para professores e alunos. Essa adequação refere-se ao *conteúdo* em si, pois este, muitas vezes, não é adequado ou compreensível para estudantes e professores que não trabalham com História da Ciência. Segundo Bastos (2009, p. 52), “os textos de História da Ciência disponíveis para consulta dificilmente se adaptam às necessidades específicas do Ensino de Ciências na escola fundamental e média, talvez porque não reúnam simultaneamente, de modo sintético e numa linguagem acessível, os diferentes aspectos que o professor pretende discutir em sala de aula”. O mesmo se aplica ao nível Superior na formação de professores. Pois, a falta de material histórico de qualidade e inteligível aos licenciandos pode levar a uma formação precária do futuro professor em relação à HC. Isso traz “para o centro dos problemas educativos a formação de professores, colocando fortes desafios a todos aqueles que [...] acreditam que de nada serve mudar currículos se não houver mudanças nos professores que os implementam” (DUARTE, 2004, p. 324). Frente a isso tudo, destacamos um material histórico que tem sido considerado como importante recurso didático para a inserção da história da ciência em sala de aula e que impõe, aos seus leitores, certa dificuldade de acesso ao seu conteúdo: *tradução de fonte primária*⁶.

Alguns trabalhos têm apontado o potencial educacional das traduções de fontes primárias (LANGEVIN, 1992, p. 8-11; GALDABINI; ROSSI, 1993; PESSOA JR., 1996; ZANETIC, 1998; ASSIS, 1998; MONTENEGRO, 2005b; MONTENEGRO, 2005a; COLONESE, 2009; BOSS, 2009; BUENO, 2009; BUENO; PACCA, 2009; FRANÇA SILVA, 2010; BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2010a, 2010b, 2010c, 2011). Atuando nesta linha de pesquisa, temos trabalhado com a inserção da História da Ciência no Ensino de Física, discutindo possíveis contribuições que esta relação pode trazer para o ensino dos conceitos científicos, especificamente no que tange à utilização de traduções de fontes primárias em sala de aula em nível Superior (BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2009b, 2009a; GUÇÃO et al., 2009; SOUZA FILHO; BOSS; CALUZI, 2009; BOSS et al., 2008; BOSS, 2009). Nossos trabalhos evidenciam que a inserção e discussão de traduções de fontes primárias em sala de aula, quando aliadas a metodologias específicas para esta abordagem e

⁶ No que tange à definição de *fontes primárias*, nos parece haver alguma diferença de significado entre os textos que citamos. Acerca da definição do termo temos: i) “bibliografia secundária (ou seja, aquilo que outros historiadores da ciência já fizeram antes) [...] bibliografia primária (ou seja, as obras científicas e filosóficas antigas do período estudado)” (MARTINS, R. 2001, p. 116); ii) “fontes primárias (material da época estudada escrito pelos pesquisadores estudados) e fontes secundárias (estudos historiográficos e obras de apoio (estas obras podem ser trabalhos de filósofos e biógrafos) a respeito do período e dos autores investigados)” (MARTINS, L. 2005, p. 310). Algumas vezes nos referimos às fontes primárias como “textos originais”. Apesar disso, a expressão remete a materiais específicos: “Os ‘originais’ são documentos diretamente produzidos por um autor, geralmente únicos. São comumente chamados de ‘manuscritos’, mesmo quando são datilografados ou digitados. Algumas vezes, a partir do original pode ter sido feita uma ‘cópia’ manuscrita (por um secretário ou copista, por exemplo)” (MARTINS, L. 2005, p. 310).

sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 1968; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003), podem trazer importantes elementos para o processo educacional e contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos científicos.

No âmbito da formação de professores, o trabalho com traduções de fontes primárias também pode auxiliar pesquisadores, professores e licenciandos na árdua missão de compreender as dificuldades, obstáculos e conhecimentos prévios dos aprendizes e a entender e respeitar as dúvidas deles. Auxiliando, assim, a percebermos que os conceitos físicos não são triviais ou banais e nem fáceis de serem entendidos, chamando a atenção para buscarmos abordá-los por meio de propostas metodológicas mais profícuas para o processo de ensino-aprendizagem, tendo em vista as dificuldades enfrentadas na construção e desenvolvimento do conhecimento científico. (CARVALHO; VANNUCCHI, 1996, p. 7; DIAS, 2001; ROBILOTTA, 1988; VILLANI et al., 1997, p. 51). Pode subsidiar, ainda, o trabalho em sala de aula sobre a Natureza da Ciência e seus diversos elementos.

Diante da relevância da HC para o Ensino de Ciências, da falta de material histórico com qualidade para subsidiar práticas metodológicas em sala de aula, em específico de traduções de fontes primárias, e da não adequação deste material histórico para professores e alunos, levantamos as seguintes questões: i) quais elementos podem ser inseridos em uma tradução de fonte primária a fim de ampliar o seu acesso para professores e alunos?; ii) como tais elementos podem ampliar o acesso às traduções de fontes primárias?

Buscando algumas respostas ou caminhos para responder tais questões, fizemos uma pesquisa com graduandos em Física e Química, cujo objetivo era mapear possíveis dificuldades de leitura e entendimento de traduções de fontes primárias, bem como sugestões de elementos que pudessem ser inseridos nos textos traduzidos a fim de superar aquelas dificuldades. Desta forma, busca-se que este tipo de material possa ser mais profícuo quando utilizado no processo educacional em nível Básico e na formação professores.

Dificuldades de Leitura e de Entendimento de Traduções de Fonte Primária: o que dizem os graduandos sobre isso?

Há algum tempo temos trabalhado com traduções de fontes primárias em sala de aula na graduação em Licenciatura em Física, tanto em disciplinas de Física Geral quanto de História da Física, utilizando-as como recurso educacional em diferentes contextos para atingir diferentes objetivos educacionais. Este trabalho mostrou-nos que tais textos não são facilmente lidos e compreendidos pelos alunos. Percebemos que, muitas vezes, os alunos só conseguiam entender determinados aspectos dos textos devido à mediação dos pesquisadores/professores em sala de aula (BOSS, 2009).

As evidências de que ler e entender traduções de fontes primárias é uma tarefa difícil não se limitam aos graduandos. Os próprios autores deste trabalho, por vezes, enfrentam dificuldades no processo de tradução e de estudo das fontes primárias. Não é raro nos depararmos com fontes primárias e traduções que exigem certo esforço para que possam ser compreendidas. Conclui-se, a partir deste breve relato, que é preciso buscar meios para que este tipo de material seja inteligível para os sujeitos envolvidos no processo educativo, *i.e.*, graduandos e professores, caso contrário será inócuo em relação aos objetivos educacionais e ao potencial que a História da Ciência tem para a formação do futuro professor. Diante desta problemática, realizamos uma pesquisa que buscou levantar, junto à licenciandos em Física e Química, quais as dificuldades enfrentadas por eles ao trabalhar com esse tipo de material e quais elementos sugeririam para serem inseridos nas traduções com o objetivo de torná-las mais compreensíveis para os seus leitores (BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2010a, 2011).

A pesquisa teve caráter qualitativo (TOZONI-REIS, 2007; FLICK, 2004). Em que foi utilizada a técnica de pesquisa definida por Lakatos e Marconi (2009, p. 203) como *observação direta extensiva*. Os instrumentos de coleta de dados foram o *caderno de anotações* feito pelos sujeitos da pesquisa, o *questionário* e uma *escala de diferencial semântico* de seis itens. A investigação consistiu, de forma geral, em os alunos fazerem leituras de traduções de fontes primárias e responderem aos instrumentos de coleta de dados.⁷ Esta investigação foi parametrizada pelos elementos que, inicialmente, mapeamos junto aos nossos alunos em sala de aula. (BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2010a, 2011). Para este Capítulo iremos fazer uma abordagem geral dos dados e resultados, apontando de forma sucinta as dificuldades encontradas pelos sujeitos da pesquisa e as sugestões deles.

Como um dos resultados da pesquisa os alunos apresentaram as dificuldades que tiveram para ler e entender traduções de fontes primárias que aplicamos junto a eles. Com relação às dificuldades de leitura do texto destacamos: i) “*vocabulário desconhecido*”, sendo apontados pelos alunos alguns termos que não são familiares a eles, bem como pontuaram que há termos científicos com significados específicos do contexto da época do texto e que são desconhecidos atualmente; ii) “*falta de comparações com termos conhecidos*”, ou seja, refere-se ao vocabulário desconhecido, enfatizando esta dificuldade; iii) “*parágrafos extensos*”, reclamação que é recorrente em nossas disciplinas de História da Ciência. Destacase, ainda, a dificuldade de entender os experimentos descritos nos textos, que pode ser ilustrada por duas falas de dois alunos diferentes: “*Não consegui projetar em minha mente o que eles estavam falando [experimento].*”; “[...] *seu entendimento implica abstrair ou esquematizar uma situação não muito fácil de se compreender.*”. O entendimento da descrição do experimento é condição necessária para que o leitor possa, efetivamente, compreender o fenômeno e as explicações descritos no texto. Cabe ressaltar, que muitas fontes primárias não trazem ilustrações sobre os experimentos descritos. (BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2010a, 2011).

Os alunos também responderam perguntas que versavam sobre o entendimento do texto lido. Isto evidenciou a dificuldade que os graduandos, sujeitos da pesquisa, tiveram de entender o texto, pois a grande maioria deles respondeu as perguntas sobre entendimento do texto de forma insatisfatória. Outro ponto que nos chama a atenção, tanto na pesquisa quanto no trabalho em sala de aula nas disciplinas, é a dificuldade que os graduandos têm de compreender esse tipo de material histórico a partir dos elementos internos ao texto e à sua época, ou seja, de forma *diacrônica*. O estudo *anacrônico* com a intenção de compreendermos o desenvolvimento do conhecimento que temos atualmente é legítimo, como aponta (KRAGH, 2001, p. 99). Mas, o anacronismo cometido por nossos alunos, em que conceitos contemporâneos são utilizados de forma desavisada, aleatória, sem critério, preconceituosa etc. durante a leitura de fontes primárias, com certeza não é algo plausível (MARTINS, L. 2005, p. 314; FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2009). Isto aponta para a necessidade de uma fundamentação historiográfica nas disciplinas de História da Ciência e equivalentes ministradas em nossas licenciaturas.

Com relação às sugestões dos alunos para elementos que poderiam ser inseridos no texto para facilitar a leitura e o entendimento, destacamos: i) “*figuras*”, como um elemento que facilitaria o entendimento do texto – sugestão que pode ser ilustrada por duas falas de dois alunos diferentes: “[...] *minha educação foi sempre baseada em figuras e esquemas para melhorar o entendimento [...] acredito que ao inserir figuras e esquemas que ilustrem o que o texto descreve facilitará o entendimento.*” e “*Uma imagem da montagem do experimento seria crucial para um bom entendimento [...]*”; ii) “*explicitar o vocabulário*”, que pode ser

⁷ Para mais detalhes sobre a “*Metodologia da Pesquisa*” o leitor pode consultar (BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2010a, 2011).

feito por meio de notas explicativas; iii) “*notas explicativas*”, que traz uma maneira de o tradutor inserir vários elementos indicados, como por exemplo: maior detalhamento do texto; explicitar o vocabulário; inserção de equações; exemplos; detalhar melhor o experimento descrito. No entanto, os alunos fizeram sugestões que não são possíveis de serem inseridas pelos tradutores, por exemplo, dados e resultados dos experimentos. Também foi sugerida a inserção de gráficos, a qual fica sujeita à presença de dados no texto. (BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2010a, 2011).

Sendo assim, entendemos que traduções de fontes primárias podem ser mais adequadas e inteligíveis ao processo educacional e ter seu acesso ampliado se fizerem parte de um material mais amplo que contenha elementos como: comentários em forma de notas; figuras; sugestões de experimentos históricos com material de baixo custo; uma breve biografia do autor do texto traduzido; uma linha do tempo; e algumas informações introdutórias (BOSS, 2011; BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012). Esses elementos foram pensados tanto a partir das sugestões dos sujeitos da pesquisa reportada anteriormente, quanto da nossa experiência em trabalhar com traduções de fontes primárias em sala de aula. Aqueles elementos são *recursos* que podem dar ao leitor da tradução maior condição de compreender aquilo que está lendo (BOSS, 2009; BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2010a, 2011; BOSS, 2011; BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012). Ou seja, o trabalho com traduções de fontes primárias em sala de aula tem nos mostrado que é preciso começar a pensar não só em fazer materiais históricos de qualidade, mas também pensar em maneiras de torná-los adequados e inteligíveis para docentes e discentes. Fazemos, a seguir, uma breve discussão sobre alguns dos recursos que entendemos serem pertinentes para inserção nas traduções. Tendo em vista os objetivos pelos quais tais elementos são inseridos nas traduções os chamaremos de *recursos didáticos*.

Breves Considerações sobre os Recursos Didáticos

Discutiremos nesta seção sobre elementos que podem ser inseridos nas traduções de fontes primárias e que têm potencial para funcionar como um suporte para o leitor, tornando o material mais adequado para o uso educacional e auxiliando o aprendiz na compreensão do conteúdo do texto. Ou seja, retomamos as perguntas que fizemos inicialmente: i) Quais elementos podem ser inseridos em uma tradução de fonte primária a fim de ampliar o seu acesso para professores e alunos? ii) Como tais elementos podem ampliar o acesso às traduções de fontes primárias? Esta discussão está toda pautada em um material que já produzimos. Para maiores detalhes o leitor pode consultar (BOSS, 2011; BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012).

- **Comentários em Forma de Notas**

Elaboramos nas traduções que fizemos de fontes primárias (em Boss (2011) e Boss; Assis; Caluzi (2012)) dois tipos diferentes de comentários em forma de notas. Um deles versa sobre aspectos conceituais e factuais relacionados à época dos originais traduzidos, cujo objetivo é fornecer subsídios ao leitor para o entendimento dos conceitos, fenômenos e experimentos descritos nos textos a partir dos elementos do período histórico em questão. O leitor passa a ter acesso às informações referentes à época em que o texto foi escrito e que são fundamentais para o entendimento da obra, mas que não estão disponíveis nos originais. Por exemplo, discutimos sobre o significado dos termos *elétrico* e *não-elétrico*, que foram propostos por William Gilbert (1540-1603). Àquela época, os materiais *elétricos* eram aqueles que apresentavam a mesma propriedade do âmbar de atrair pequenos objetos quando atritado, e os *não-elétricos* eram os materiais que não apresentavam tal característica (ASSIS, 2010;

HEILBRON, 1979; ROLLER, D.; ROLLER, 1957). Esses termos estão presentes em vários pontos dos originais que traduzimos (em Boss (2011) e Boss; Assis; Caluzi (2012)) e conhecer os seus significados é fundamental para a compreensão de muitos experimentos e fenômenos descritos por Stephen Gray (1666-1736) em seus textos (BOSS, 2011; BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012). Um segundo exemplo é a discussão sobre a composição das bombas de ar de Hauksbee e de Boyle. Para isso fizemos um estudo em fontes primárias e secundárias, o que nos permitiu não só apresentar a descrição das bombas de ar, mas também entender a substituição de uma peça que Gray sugeriu para Wheler fazer na bomba de ar que utilizava. Essa nota fornece subsídios importantes para o entendimento tanto do aparato quanto do experimento descrito no texto, pois sem tais informações seria bastante difícil compreendê-los. Mostramos aqui dois exemplos da importância que as informações trazidas por algumas notas têm para que o leitor possa entender os experimentos e os fenômenos descritos nos textos a partir do ponto de vista do próprio texto e da sua época, ou seja, para uma análise diacrônica. (BOSS, 2011; BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012).

Um segundo tipo de comentário é aquele que discute fenômenos descritos nos originais a partir do ponto de vista da “*física atual*”⁸. Desta forma, nesses comentários utilizamos termos contemporâneos, como potencial elétrico, carga elétrica, eletrização, isolante, condutor, que não eram usados por Stephen Gray. Cabe ressaltar que nosso objetivo com esse tipo de análise não é tecer qualquer crítica ou fazer julgamentos descontextualizados, mas sim, fazer um exercício de reflexão sobre aqueles fenômenos a partir da “*física atual*”, buscando com isso, uma melhor compreensão dos próprios conceitos que estão nos nossos livros texto. E na medida em que este exercício nos permite refletir sobre os conceitos físicos, que são objeto de ensino na escola, ele se torna uma ferramenta importante no processo de construção dos significados pelo aprendiz. Por exemplo, discutimos o comportamento das fibras de uma pena que, presa a uma linha amarrada a um suporte, foi suspensa ao ar por meio da ação de um objeto eletrizado. Então, o experimentador aproximava um dedo da sua mão às fibras da pena e percebia que aquelas mais próximas ao objeto tinham um comportamento diferente daquelas que estavam mais distantes. Na explicação, discute-se sobre a reorganização de cargas na pena sob ação do objeto eletrizado, bem como no dedo aproximado às fibras. Isso permite uma reflexão interessante sobre um dos processos de eletrização, que é a indução elétrica. Esta reflexão pode ser feita a partir de várias situações distintas ao longo dos textos que traduzimos. Apresentamos em nossos trabalhos várias notas com este caráter, tendo como objetivo uma reflexão conceitual a partir da “*física atual*”. (BOSS, 2011; BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012).

- **Figuras**

Um outro recurso didático que inserimos nas traduções é a figura. Esta é uma ferramenta importante para o entendimento do texto, principalmente dos experimentos e fenômenos descritos. Elaboramos figuras com o intuito de fornecer para o leitor uma representação de vários experimentos. Como exemplo, podemos citar o 9º *Experimento da primeira tradução* de um artigo de Stephen Gray sobre eletricidade. Nele, Gray descreve que uma pena foi colocada à extremidade de uma vareta e, ao aproximar o tubo eletrizado, as fibras estenderam-se formando uma espécie de estrela. A partir do estudo e da interpretação do excerto original que descreve o experimento, elaboramos a Figura 1, a qual ilustra uma

⁸ “Cabe destacar que a expressão “*física atual*” utilizada por nós [...] é empregada com uma conotação específica, referindo-se aos conceitos físicos que estão presentes em nossos livros texto de hoje e que são objeto de ensino na educação científica”. (BOSS, 2011; BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012).

possível conformação para o aparato e como poderia ser observada a pena em forma de estrela. (BOSS, 2011; BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012).

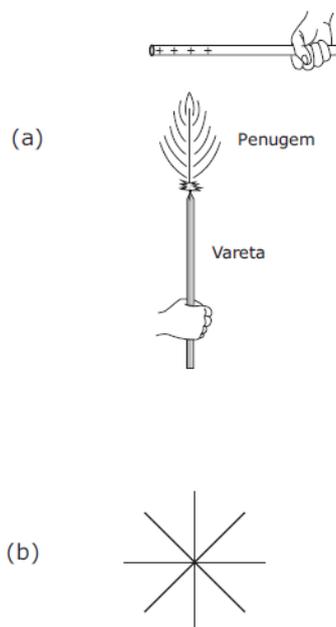


Figura 1: (a) Tubo eletrizado sobre a pena fixada na vareta. (b) Um observador que olhe a pena de cima, da posição do tubo de vidro, veria as cerdas dispostas de forma a lembrar uma estrela. Fonte: (BOSS, 2011; BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012).

• Experimentos Históricos

Um outro elemento que é apontado como relevante para a abordagem histórica na educação científica é o experimento histórico⁹. Nos últimos anos têm sido publicados vários trabalhos sobre o potencial e a relevância da construção e utilização de experimentos históricos no Ensino de Ciências (MEDEIROS; MONTEIRO JR., 2001; PAULA, 2006; KOPONEN; MANTYLA, 2006; CAVICCHI, 2008; HEERING; WITTJE, 2011; CAVICCHI, 2011). Destacam-se duas tendências no que tange às formas como um aparato experimental histórico pode ser construído. A primeira delas é praticada por um grupo da Universidade de Oldenburg e “se caracteriza pela reprodução fiel dos mínimos detalhes dos instrumentos” (MEDEIROS; MONTEIRO JR., 2001). Esta forma de construir um aparato histórico é chamada de replicação ou reprodução. Nesta vertente:

reconstruir o aparelho significa construir um dispositivo que corresponda o mais próximo possível a todas as informações dadas pelas fontes. Fontes não são apenas as publicações originais, mas também poderiam ser cadernos de laboratório, manuscritos, cartas e instrumentos que têm sobrevivido, por exemplo, em museus ou em coleções universitárias. Com base em todas as informações a reconstrução do dispositivo (“set-up”) é realizada. (HEERING, 2005, p. 319).

⁹ “A literatura traz algumas definições para experimentos históricos. Neste trabalho trabalhamos com a definição dada por Chang (2011, p. 317): são “experimentos que surgem a partir do estudo da ciência do passado, e não a partir da ciência atual e na sua preparação pedagógica.” (BOSS, 2011).

A segunda tendência é praticada por um grupo da Bakken Library and Science Museum e “os instrumentos não são reproduzidos tão meticulosamente quanto aqueles construídos em Oldenburg. Entretanto, os artefatos históricos produzidos [...] guardam, ainda assim, os princípios físicos fundamentais contidos em suas fontes inspiradoras” (MEDEIROS; MONTEIRO JR., 2001). Este segundo tipo de construção de um aparato histórico é chamado de *replicação física* (“*physical replication*”) por Chang (2011, p. 320), que defende que:

o principal objetivo é reproduzir os fenômenos físicos que foram criados e observados em experimentos do passado. [...] Na replicação física usam-se instrumentos convenientes e procedimentos que ajudarão a criar o fenômeno de interesse, e a fidelidade aos detalhes do experimento original é de interesse secundário. O desafio filosófico na replicação física não é a verificação da exatidão de repetição, mas a caracterização do fenômeno a ser replicado. (CHANG, 2011, p. 320).

Neste mesmo sentido, Metz e Stinner (2006) apresentam uma forma de construção de aparatos históricos chamada de *representações históricas*, que seria uma resposta à “lacuna deixada pela falta de recursos e métodos que impedem a integração da história da ciência no ensino de ciências regular” (METZ; STINNER, 2006). Segundo os autores, é uma adaptação do processo de replicação descrito por Heering (2005) que implica no desenvolvimento de atividades históricas para serem utilizadas nas aulas de ciências, uma vez que se reconhece o acesso limitado que os professores têm aos métodos e recursos historiográficos. A representação histórica recomenda um método de construção de experimentos históricos em que as características fundamentais daqueles experimentos sejam preservadas. Os “materiais alternativos e adaptações inovadoras não são apenas permitidos, eles são incentivados [...]. A acessibilidade e a natureza de baixo custo dos materiais são atraentes para os professores, cujos recursos são limitados. Além disso, nós preferimos que os alunos construam seu próprio aparelho”. Do ponto de vista da metodologia de aplicação dos experimentos em sala de aula, são utilizados numa abordagem diferente da tradicional, não há verificação de princípios ou leis, a experimentação “destina-se a fornecer pistas para um modelo explicativo que leva a um pensamento científico mais formal”. (METZ; STINNER, 2006, p. 6). (BOSS, 2011).

Os trabalhos publicados apresentam alguns objetivos e justificativas para a utilização educacional dos experimentos históricos. Segundo Hottecke (2000), muitas vezes as fontes primárias não descrevem detalhadamente os processos experimentais e as técnicas. Assim, a reprodução de experimentos históricos pode auxiliar no acesso ao conhecimento tácito, colaborando para tornar compreensíveis os experimentos. Pode, ainda, auxiliar no entendimento de textos históricos originais. (HOTTECKE, 2000, p. 346). Segundo Chang (2011, p. 322-3), experimentos históricos podem ser utilizados para aprimorar o nosso entendimento sobre a natureza da ciência, ou para refinar nossa Filosofia da Ciência; também podem ser úteis para “melhorar o conhecimento científico em si, ou seja, para ganhar mais conhecimento, melhor ou diferente da natureza que a ciência atual oferece” (CHANG, 2011, p. 322-3). Por outro lado, podem auxiliar a avaliar as intenções que há por trás dos textos deixados pelos cientistas do passado, e “se a replicação falha, apesar dos esforços sérios, nos dá motivo para reexaminar as intenções e até mesmo a honestidade dos cientistas do passado” (CHANG, 2011, p. 322). (BOSS, 2011).

Na tese (BOSS, 2011) e no livro (BOSS; ASSIS; CALUZI, 2012), apresentamos um conjunto de experimentos históricos, que construímos com *material acessível* (i.e., de *baixo custo*), junto às traduções comentadas. A construção dos aparatos experimentais se aproxima da segunda tendência discutida anteriormente por (MEDEIROS; MONTEIRO JR., 2001; METZ; STINNER, 2006; CHANG, 2011), uma vez que propomos a construção de

experimentos com materiais acessíveis. A ideia é que eles guardem importantes características e os princípios físicos fundamentais contidos nos aparatos descritos nos textos originais. Entendemos que a reprodução dos experimentos é uma importante ferramenta para auxiliar na compreensão e interpretação dos fenômenos e do próprio trabalho histórico traduzido, tanto para o pesquisador que faz a tradução, quanto para professores e alunos que trabalharão com as traduções comentadas. Os experimentos também são ferramentas importantes para a compreensão dos conceitos físicos que as fontes primárias trazem. Desta forma, os experimentos não devem ser utilizados como elementos isolados ou como instrumento de motivação, os propomos como elemento fundamental no processo de leitura e compreensão das traduções comentadas e dos conceitos científicos discutidos. Os textos escritos por Stephen Gray são carregados de descrições de aparatos e de práticas experimentais. Sendo assim, a construção dos aparatos, concomitantemente à leitura e estudo das traduções, é fundamental em vários momentos para a compreensão daquilo que os textos apresentam. Segundo Heering (2000, p. 369), “não é suficiente discutir experimentos históricos simplesmente com textos, deve ser obrigatório o uso de réplicas de dispositivos de experimentos históricos”. Optamos pela reprodução dos aparatos experimentais com material acessível devido à maior facilidade de construí-los e de trabalhar com eles em sala de aula, tal como defende Metz e Stinner (2006, p. 5). (BOSS, 2011).

- **Breve Biografia, Linha do Tempo e Informações Introdutórias**

Outros três recursos didáticos que elaboramos para as traduções dos textos de Stephen Gray (BOSS, 2011) foram: um capítulo com algumas *informações introdutórias* aos textos traduzidos; uma *breve biografia* de Stephen Gray; e uma *linha do tempo* do período em que ele viveu. Acreditamos que um capítulo ou seção que antecede aos textos traduzidos deve disponibilizar para o leitor breves discussões sobre opções do tradutor quanto à tradução em si; informações sobre instrumentos e materiais que serão utilizados nos experimentos com materiais de baixo custo propostos ao longo do trabalho; informações sobre a diferença ou igualdade de significados de alguns termos, que, se não observados com atenção, podem confundir quem faz a leitura do material e impedir a compreensão do texto. Um exemplo disso é a discussão que fizemos sobre as expressões “*linha pendular*” e “*linha branca*”. Se o leitor não estiver ciente das sutilezas quanto aos significados dessas duas expressões nos trabalhos de Gray, poderá se confundir durante a leitura de alguns trechos e não compreendê-los. Além disso, entendemos que a partir de uma *breve biografia* e de uma *linha do tempo* é possível disponibilizar para o leitor informações gerais sobre a vida do autor dos textos traduzidos e do período em que viveu. Desta forma, é possível oferecer ao leitor dados sobre o contexto científico e cultural daquele período, sobre pesquisadores e seus trabalhos/estudos sobre determinados temas relevantes ao texto traduzido, sobre elementos conceituais que estavam postos à época etc., disponibilizando, assim, informações fundamentais para a compreensão dos textos originais traduzidos.

O Impacto desses Elementos Quando Inseridos em uma Tradução de Fonte Primária – primeiras aproximações

Uma parte de nossa investigação tinha como objetivo averiguar se a inserção de *comentários* e *figuras* em uma tradução de fonte primária, ambos feitos pelos tradutores, auxiliaria os alunos no entendimento do texto. Para isso aplicamos uma “*tradução simples*” e em seguida a mesma tradução acrescida de comentários e figuras (*i.e.*, “*tradução comentada*”). Fizemos apenas uma pergunta, após a leitura de cada texto traduzido, buscando verificar a compreensão que os sujeitos da pesquisa tiveram de uma dada situação do texto.

De forma geral, os resultados evidenciam um aumento de respostas *satisfatórias* e *parcialmente satisfatórias* na pergunta feita após a tradução comentada, e, conseqüentemente, uma diminuição importante de respostas *insatisfatórias*. Isto nos dá indícios de que as inserções feitas no texto traduzido podem, de fato, ter um efeito positivo no que tange ao entendimento desse material. (BOSS; SOUZA FILHO; CALUZI, 2010a, 2011).

Considerações Finais

No início deste texto, apresentamos um excerto extraído de Matthews (1995) que traz um conjunto de justificativas, possibilidades e discussões sobre a relevância da aproximação entre a *História da Ciência* e o *Ensino de Ciências*. Aqueles elementos têm sido discutidos e investigados quanto ao seu potencial em diversas e diferentes frentes de atuação na educação científica. Entretanto, independentemente do objetivo ou de como a história da ciência será empregada na formação inicial de professores ou na Educação Básica o sucesso desse emprego depende diretamente dos materiais históricos que serão utilizados e como serão utilizados (HOTTECKE; SILVA, 2011). Vários trabalhos têm apontado inúmeros equívocos históricos e epistemológicos que diversos materiais históricos, feitos sem o devido cuidado, apresentam (MARTINS, 2001, 2006a; MARTINS, L. 2005). Neste contexto, surgem as traduções de fontes primárias como um material histórico importante para o trabalho com a história da ciência, seja na Educação Básica ou Superior. Entretanto, detectamos que tais materiais nem sempre são adequados para a inserção direta em sala de aula para trabalhar com graduandos, uma vez que, muitas vezes, os alunos não estão preparados para lidar com tais materiais históricos, por falta de experiência na área e/ou de arcabouço de conhecimento para tanto. Nossos estudos evidenciam que os graduandos têm dificuldades quanto à leitura e ao entendimento de traduções de fontes primárias. Destacam-se, entre outras, as dificuldades relacionadas ao vocabulário desconhecido, ao estilo da escrita, à descrição dos aparatos e experimentos do texto. Como sugestões dos alunos para facilitar a leitura e o entendimento das traduções destacam-se o maior detalhamento do texto, a inserção de figuras e de explicação do vocabulário. A investigação também evidenciou que a inserção de comentários e experimentos históricos feitos com materiais de baixo custo nas traduções pode auxiliar a compreensão dos leitores.

Assim, temos um cenário em que a formação inicial de professores nos diferentes aspectos que passam pela história da ciência pode ser extremamente prejudicada pela utilização de materiais históricos que trazem erros e problemas historiográficos, históricos, epistemológicos. Portanto, um processo formativo estruturado sobre tais fontes pode acentuar e até levar o estudante a apreender concepções errôneas sobre Natureza da Ciência, conceitos e teorias científicos etc. Isto acaba sendo nocivo para todo o processo educacional, pois esses professores futuramente estarão na Educação Básica ou Superior perpetuando aqueles equívocos. O mesmo se aplica à utilização de materiais que não sejam inteligíveis aos graduandos, tais como algumas traduções de fontes primárias, pois a não compreensão do texto pelo leitor torna o material não profícuo para o processo de ensino-aprendizagem em qualquer nível de ensino. Desta forma, o futuro professor não adquirirá os conhecimentos que podem ser apreendidos a partir do estudo e da análise histórica, prejudicando a sua formação e o seu posterior trabalho docente em sala de aula, levando-o a prestar um desserviço ao processo educacional. Disso vem a importância de se investigar elementos que possam tornar inteligíveis e profícuas as traduções de fontes primárias para o uso tanto na formação de professores quanto na educação Básica. Para finalizar, cabe pontuar que apenas fontes e materiais históricos não resolvem as diversas questões que têm surgido sobre a aproximação entre História da Ciência e Ensino de Ciências, mas com certeza é um ponto importante desta discussão..

Referências

- ASSIS, A. K. T. Newton e suas grandes obras: o Principia e o Óptica. In: ALMEIDA, M. J. P. M.; SILVA, H. C. (Org.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas/SP: Mercado de Letras/Associação de Leitura do Brasil, 1998. p. 33–45.
- ASSIS, A. K. T. *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade*. Montreal: Apeiron, 2010. ISBN: 9780986492617. Disponível em: <www.ifi.unicamp.br/~assis>.
- AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, INC., 1968.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Tradução de Lígia Teopisto. Lisboa: Paralelo, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Tradução de Eva Nick et al. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BASTOS, F. *História da Ciência e Ensino de Biologia: A pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903)*. 203 p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- BASTOS, F. História da Ciência e pesquisa em ensino de ciências: breves considerações. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2009. p. 49–58.
- BOSS, S. L. B. *Tradução comentada de artigos de Stephen Gray (1666-1736) e reprodução de experimentos históricos com materiais acessíveis - subsídios para o ensino de eletricidade*. 349 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.
- BOSS, S. L. B. *Ensino de eletrostática: a história da ciência contribuindo para a aquisição de subsunçores*. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru/SP, 2009.
- BOSS, S. L. B.; CALUZI, J. J. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 635–644, 2007.
- BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Fontes primárias e aprendizagem significativa: aquisição de subsunçores para a aprendizagem do conceito de carga elétrica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII., 2009, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Disponível em: <www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/>. Acesso em: 11 jul. 2010.
- BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. História da ciência e aprendizagem significativa: o experimento de Coulomb. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII., 2009, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Disponível em: <www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/>. Acesso em: 11 jul. 2010.
- BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Textos históricos de fonte primária - contribuições para a aquisição de subsunçores pelos estudantes para a formação do conceito de carga elétrica. In: CALDEIRA, A. M. A. (Org.). *Ensino de ciências e matemática II: temas sobre a formação de conceitos*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <www.culturaacademica.com.br/titulo_view.asp?ID=29>. Acesso em: 11 jul. 2010.

- BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Algumas dificuldades de leitura e de entendimento de traduções de fonte primária por licenciandos em Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XII., 2010, Águas de Lindóia/SP. *Anais eletrônicos...* Águas de Lindóia/SP: Sociedade Brasileira de Física, 2010.
- BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Traduções de fonte primária – algumas dificuldades quanto à leitura e ao entendimento. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VIII., 2011, Campinas/SP. *Anais eletrônicos...* Campinas/SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011.
- BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Contribuições de um texto histórico de fonte primária para a aprendizagem significativa da lei de Coulomb. In: BASTOS, F. (Org.). *Ensino de ciências e matemática III: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010. p. 193–217. Disponível em: <www.culturaacademica.com.br/titulo_view.asp?ID=109>. Acesso em: 05 maio 2011.
- BOSS, S. L. B. et al. História da ciência e aprendizagem significativa: o conceito de carga elétrica. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI., 2008, Curitiba. *Anais eletrônicos...* Curitiba: Sociedade Brasileira de Física, 2008.
- BOSS, S. L. B.; ASSIS, A. K. T.; CALUZI, J. J. *Stephen Gray e a descoberta dos condutores e isolantes: tradução comentada de seus artigos sobre eletricidade e reprodução de seus principais experimentos*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. 464 p.
- BOSS, S. L. B. Considerações sobre a produção e o uso de material histórico em sala de aula: dificuldades de leitura e entendimento de traduções de fontes primárias. [No Prelo].
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias)*. Brasília: MEC, 2000.
- BUENO, M. C. F. *Os textos originais para ensinar conceitos de mecânica*. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo – Instituto de Física, São Paulo, 2009.
- BUENO, M. C. F.; PACCA, J. L. A. Os textos originais para ensinar conceitos de mecânica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVIII., 2009, Vitória. *Anais eletrônicos...* Vitória: Sociedade Brasileira de Física, 2009.
- CALUZI, J. J.; SOUZA FILHO, M. P.; BOSS, S. L. B. A história hipotética na Física: distorções da História da Ciência nos livros didáticos sobre o experimento de Oersted. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VI., 2007, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007. Disponível em: <www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec>. Acesso em: 3 set. 2008.
- CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. O currículo de Física: inovações e tendências nos anos noventa. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 3–19, 1996.
- CAVICCHI, E. M. Historical experiments in students' hands: unfragmenting science through action and history. *Science & Education*, v. 17, n. 7, p. 717–49, 2008.
- CAVICCHI, E. M. Classroom explorations: pendulums, mirrors, and Galileo's drama. *Interchange*, v. 42, n. 1, p. 21–50, 2011.

CHANG, H. How historical experiments can improve scientific knowledge and science education: the cases of boiling water and electrochemistry. *Science & Education*, v. 20, n. 3-4, p. 317–41, 2011.

CHIPMAN, R. A. An unpublished letter of Stephen Gray on electrical experiments, 1707-1708. *Isis*, v. 45, n. 1, p. 33–40, 1954.

COLONESE, P. H. História da Ciência a partir de fontes originais, textos teatrais e iconografias: os casos das estrelas esquisitas de júpiter, do escriba egípcio Ahmés e do curioso Leeuwenhoeck. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, VII., 2009, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

DANHONI NEVES, M. C. A história da ciência no ensino de física. *Ciência & Educação*, v. 5, n. 1, p. 73–81, 1998.

DIAS, P. M. C. (Im)Pertinência da História ao aprendizado da Física (um estudo de caso). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 2, p. 226–235, 2001.

DUARTE M. C. A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 317-331, 2004.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia da Ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 3–21.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia da Biologia na Educação Superior. In: NARDI, R. (Org.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 293–315.

FLICK, U. *Uma introdução à pesquisa qualitativa*. Tradução de Sandra Netz. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, VII., 2009, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/pdfs/920.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2011.

FRANÇA SILVA, T. *O uso de organizadores prévios elaborados com trechos de textos históricos originais como recurso de ensino*. 109 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Brasília – Faculdade de Educação, Brasília, 2010.

FREIRE JR., O. A relevância da Filosofia e da História das Ciências para a formação dos professores de Ciências. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.). *Epistemologia e ensino de Ciências*. Salvador/BA: Arcádia, 2002. p. 13–30.

FURIO, C.; GUIASOLA, J. Difficulties in learning the concept of electric field. *Science Education*, v. 82, n. 4, p. 511–526, 1998.

FURIO, C.; GUIASOLA, J. Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y de campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 1, p. 131–146, 1998.

FURIO, C.; GUIASOLA, J. Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 3, p. 441–452, 1999.

- FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, VII., 2009, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/pdfs/920.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2011.
- GALDABINI, S.; ROSSI, O. Using historical papers in ordinary physics teaching at high school. *Science & Education*, v. 2, n. 3, p. 239–242, 1993.
- GATTI, S. R. T.; NARDI R.; SILVA D. A história da ciência na formação do professor de Física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 491-500, 2004.
- GUÇÃO, M. F. B. et al. Uma análise do conteúdo histórico nos livros didáticos do Ensino Médio: Eletrostática. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI., 2008, Curitiba. *Anais eletrônicos...* Curitiba: Sociedade Brasileira de Física, 2008.
- GUÇÃO, M. F. B. et al. Dificuldades na inserção da história da ciência no ensino de ciência: poema para Galileu sob duas versões. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII., 2009, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Disponível em: <www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/>. Acesso em: 11 jul. 2010.
- HEERING, P. Getting shocks: teaching secondary school Physics through history. *Science & Education*, v. 9, n. 4, p. 363–73, 2000.
- HEERING, P. Analysing unsuccessful experiments and instruments with the replication method. *Éndoxa*, n. 19, p. 315–40, 2005. (Series Filosóficas).
- HEERING, P.; WITTJE, R. An historical perspective on instruments and experiments in science education. *Science & Education*, 2011. Published online: 09 january 2011 – DOI: 10.1007/s11191-010-9334-z.
- HEILBRON, J. L. *Electricity in the 17th and 18th Century: a study of early modern physics*. Berkeley: University of California Press, 1979.
- HOTTECKE, D. How and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. *Science & Education*, v. 9, p. 343–362, 2000.
- HOTTECKE, D.; HENKE, A.; RIESS, F. Implementing History and Philosophy in Science Teaching: strategies, methods, results and experiences from the European HIPST Project. *Science & Education*, p. 1–29, 2010. Published online: 10 december 2010 – DOI 10.1007/s11191-010-9330-3.
- HOTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing History and Philosophy in school Science Education is a challenge: an analysis of obstacles. *Science & Education*, v. 20, n. 3-4, p. 293–316, 2011.
- HUYGENS, C. Tratado sobre a luz. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, v. 4 (supl.), p. 1–99, 1986. Tradução de Roberto de Andrade Martins.
- KOPONEN, I. T.; MANTYLA, T. Generative role of experiments in Physics and in Teaching Physics: a suggestion for epistemological reconstruction. *Science & Education*, v. 15, n. 1, p. 31–54, 2006.
- KRAGH, H. *Introdução à historiografia da Ciência*. Tradução de Carlos Grifo Babo. Porto: Porto, 2001. (Coleção História e Filosofia da Ciência).

- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 6. ed. – 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.
- LANGEVIN, P. O valor educativo da História das Ciências. In: GAMA, R. (Org.). *Ciência e técnica: antologia de textos históricos*. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992. p. 8-29.
- MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, p. 112–31, 2007.
- MARTINS, L. A. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 305–317, 2005.
- MARTINS, R. A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 17, n. 2, p. 115–21, 2000.
- MARTINS, R. A. Que tipo de História da Ciência esperamos ter nas próximas décadas? *Episteme*, n. 10, p. 39–56, 2000.
- MARTINS, R. A. Como não escrever sobre História da Física - um manifesto historiográfico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 1, p. 113–129, 2001.
- MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. XVII–XXX.
- MARTINS, R. A. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 167–89.
- MATTHEWS, M. R. *Science teaching: the role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge, 1994.
- MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.
- MEDEIROS, A.; MONTEIRO JR., F. N. A reconstrução de experimentos históricos como uma ferramenta heurística no ensino da Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, III., 2001, Atibaia-SP. *Anais eletrônicos...* Atibaia-SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2001.
- MEDEIROS, A. J. G.; MONTEIRO, M. A. As invisibilidades dos pressupostos e das limitações da teoria de copérnico nos livros didáticos de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 1, p. 29–52, 2002.
- METZ, D.; STINNER, A. A role for historical experiments: capturing the spirit of the itinerant lecturers of the 18th century. *Science & Education*, 2006. DOI: 10.1007/s11191-006-9016-z.
- MONK, M.; OSBORNE, J. Placing the History and Philosophy of Science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. *Science Education*, v. 81, n. 4, p. 405–424, 1997.
- MONTENEGRO, A. G. P. M. A leitura de textos originais de Faraday por alunos da terceira série do Ensino Médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVI., 2005, Rio de Janeiro. *Anais eletrônicos...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física, 2005.
- MONTENEGRO, A. G. P. M. *A leitura de textos originais de Faraday por alunos do Ensino Fundamental e Médio*. 98 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Educação, Campinas/SP, 2005.

- MOREIRA, M. A.; MASSONI, Z. T.; OSTERMANN, F. “História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, p. 127–34, 2007.
- NEWTON, I. Óptica. Tradução de André Koch Torres Assis. São Paulo: Edusp, 1996.
- OSTERMANN, F.; RICCI, T. Relatividade restrita no Ensino Médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 21, n. 1, p. 83–102, 2004.
- PAULA, R. C. O. *O uso de experimentos históricos no Ensino de Física: integrando as dimensões histórica e empírica da Ciência na sala de aula*. 139 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília - Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação - Instituto de Física - Instituto de Química, Brasília, 2006.
- PEDUZZI, L. O. Q. Do átomo grego ao átomo de Bohr: receptividade inicial e perspectivas de pesquisa em um texto voltado para uma disciplina de Evolução dos Conceitos da Física. In: NARDI, R. (Org.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 293–315.
- PEREIRA, G. J. S. A. *História e Filosofia da Ciência nos currículos das licenciaturas em Física e Química da UFRN*. 235 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Centro de Ciências Sociais Aplicadas - Programa de Pós-Graduação em Educação, Natal/RN, 2009.
- PESSOA JR., O. Quando a abordagem histórica deve ser utilizada no ensino de Física? *Ciência e Ensino*, v. 1, p. 4–6, 1996.
- ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto - da relevância da História da Ciência no Ensino da Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 5, 1988. Número Especial.
- ROSA, K.; MARTINS, M. C. A inserção de História e Filosofia da Ciência no currículo de licenciatura em Física da Universidade Federal da Bahia: uma visão de professores universitários. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 3, p. 321–37, 2007.
- ROLLER, D.; ROLLER, D. H. D. The development of the concept of electric charge: electricity from the Greeks to Coulomb. In: CONANT, J. B.; NASH, L. K. (Org.). *Harvard case histories in experimental science*. Cambridge - Massachusetts: Harvard University Press, 1957. cap. 08, p. 543–639.
- RUFATTO, C. A.; CARNEIRO, M. C. A importância da história e da filosofia da ciência para o ensino de ciências. In: CARNEIRO, M. C. (Org.). *História e filosofia das ciências e o ensino de ciências*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. p. 30–53.
- SCHIRMER, S. B.; SAUERWEIN, I. P. S. História e Filosofia da Ciência para sala de aula no EPEF (2002-2010). In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XIII., 2011, Foz do Iguaçu/PR. *Anais eletrônicos...* Foz do Iguaçu/PR: Sociedade Brasileira de Física, 2011. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/enf/2011/sys/resumos/T2284-1.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2011.
- SOUZA FILHO, M. P. *O erro em sala de aula: subsídios para o ensino do eletromagnetismo*. 229 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.
- SOUZA FILHO, M. P.; BOSS, S. L. B.; CALUZI, J. J. A eletricidade do século XVIII sob a óptica de Bachelard e suas implicações para o ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL

DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VII., 2009, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Disponível em: <www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/>. Acesso em: 11 jul. 2010.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., O.; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de Física. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 529–556, 2009.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JR., O. The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: a research synthesis of didactic interventions. *Science & Education*, p. 1-26, 2009. Published online: 13 november 2009 – DOI 10.1007/s11191-009-9217-3.

TOZONI-REIS, M. F. C. *Metodologia de pesquisa científica*. Curitiba: IESDE Brasil, 2007.

VILLANI, A. Reflexões sobre o Ensino de Física no Brasil: prática, conteúdos e pressupostos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 6, n. 2, p. 76–95, 1984.

VILLANI, A. et al. Filosofia da Ciência, História da Ciência e Psicanálise: analogias para o Ensino de Ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 14, n. 1, p. 37–55, 1997.

ZANETIC, J. Literatura e cultura científica. In: ALMEIDA, M. J. P. M.; SILVA, H. C. (Org.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas/SP: Mercado de Letras/Associação de Leitura do Brasil, 1998. p. 11–31.

ZIMMERMANN, N.; SILVA, H. C. Os diferentes modos de leitura no ensino de Ciências. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, 16., 2007, Campinas/SP. *Anais...* Campinas/SP, 2007.