

POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DE UM MÓDULO DE ENSINO: UMA DISCUSSÃO HISTÓRICO-FILOSÓFICA DOS ESTUDOS DE GRAY E DU FAY

Potentials and limitations of a teaching module: a historical-philosophical discussion of the studies of Gray and Du Fay

Anabel Cardoso Raicik [anabelraicik@gmail.com]

Luiz O. Q. Peduzzi [luizpeduzzi@gmail.com]

*Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica – UFSC/SC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Trindade – Florianópolis-SC*

Resumo

Este artigo analisa os resultados obtidos com a aplicação de um módulo de ensino em uma disciplina de História da Ciência. Os dados foram obtidos através de um questionário aberto que demandou dos alunos uma análise histórica e filosófica de um período específico da eletricidade e uma apreciação crítica do módulo implementado na disciplina. Em termos gerais, a proposta do módulo se mostrou eficaz promovendo uma satisfatória articulação entre o conteúdo histórico e aspectos específicos da filosofia da ciência.

Palavras-chave: Módulo de ensino. História da Ciência. Filosofia da Ciência.

Abstract

This paper examines the results obtained with the implementation of a teaching module in a discipline of History of Science. Data were collected through a questionnaire which demanded the students a historical and philosophical analysis of a specific period of electricity and a critical assessment of the implemented module in the discipline. In general terms, the proposed module was effective promoting a satisfactory articulation between the historical content and specific aspects of the philosophy of science.

Keywords: Teaching module; History of Science; Philosophy of Science.

1. Introdução

A inclusão da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino vem sendo defendida na literatura há bastante tempo (Clough & Oslon, 2008; Praia *et al.* 2007; El-Hani, 2006; Lederman, 2007; Peduzzi, 2005; McComas *et al.* 1998; Matthews, 1998; Martins, 2006; Hodson, 1986). Argumenta-se que, por meio dessa abordagem, o aluno pode se tornar mais crítico, sobretudo, acerca de aspectos epistemológicos da ciência. Nesta perspectiva, a HFC pode contribuir para, por exemplo, a compreensão do contexto sociocultural e científico de cada época, a desmistificação do método científico, a assimilação da interferência dos aspectos humanos e subjetivos no desenvolvimento científico, a clareza da noção de uma ciência mutável e instável (Peduzzi, 2005; Matthews, 1995).

Na área da física, disciplinas com enfoque histórico e filosófico estão presentes em várias universidades brasileiras (Tenfen, 2011). Entretanto, alguns aspectos relacionados à natureza da ciência, como o seu processo dinâmico, complexo e pluralmente metodológico, por vezes, são

negligenciados. Conseqüentemente, a formação inicial de professores e cientistas fica ainda mais comprometida. Como aponta Massoni (2010), os professores, mesmo aqueles que tiveram uma formação adequada, parecem não estar preparados para operacionalizar e gerar reflexões sobre a Natureza da Ciência (NdC) em sala de aula. Sem a devida contextualização, tal como a histórica, a ética, a social e a filosófica (Matthews, 1995), a educação científica fomenta concepções problemáticas sobre a ciência.

Um dos estereótipos, tradicionalmente disseminado em diferentes níveis de ensino, refere-se à imagem da investigação e da produção do conhecimento pautada em um método científico (Gil Pérez *et al.*, 2001; Fernández *et al.*, 2002; Kohnlein & Peduzzi, 2002; Moreira & Ostermann, 1993). Em uma perspectiva positivista, a experimentação faz parte desse método, e é entendida como um meio para refutar ou corroborar uma teoria. Essa concepção, amplamente difundida no ensino de ciências, gera dificuldades quanto à compreensão da relação entre hipótese e experimentação no desenvolvimento científico, por exemplo.

O certo é que muitos estudantes acabam não compreendendo e não analisando criticamente a dialética científica e sua pluralidade metodológica. Assim, perpetuam-se visões ou imagens de ciência equivocadas (Gil Pérez *et al.*, 2001; McComas *et al.*, 1998; Rezende *et al.*, 2010). Efetivamente, quando se reflete a história da ciência à luz da moderna filosofia da ciência percebe-se, entre outras coisas, que o desenvolvimento científico é incompatível com a ideia de um único método (rígido e infalível) e que a experimentação tem múltiplas funções na estruturação e consolidação de conhecimentos.

Steinle (2002) menciona que o experimento, no domínio de suas diversas funções, pode gerar e nortear novos conhecimentos. Em alguns períodos históricos – principalmente quando não há um corpo teórico ainda estruturado – a dinâmica entre hipótese e experimentação toma proporções tais, que não é possível atribuir ao experimento a única função de servir à teoria. Nesses momentos, os experimentos podem ser considerados *exploratórios* (Steinle, 1997). Estes são conduzidos pelo desejo de compreender a natureza, pela busca de regularidades elementares, pela procura de novas descobertas. Não se enquadram, portanto, em um roteiro prescritivo.

A partir do século XX, no campo da filosofia da ciência, começou-se a debater, mais enfaticamente, a visão preponderante da experimentação. No âmbito de uma nova reflexão à ciência, os filósofos passaram a analisar mais detidamente, sobretudo a partir da década de 80, o significado da experimentação e os historiadores buscaram examiná-la no seu âmbito cultural, social e retórico (Steinle, 2002). O papel subsidiário da experimentação é revisto, então, dado o reconhecimento da sua complexidade e das suas diferentes relações com a construção do conhecimento.

O filósofo da ciência Ian Hacking (2012), em seu livro “Representar e Intervir”, publicado originalmente em 1983, buscou resgatar a importância epistêmica da experimentação e argumentar que ela tem vida própria. Algumas experimentações “criam fenômenos que não existiam anteriormente em um estado puro” (p. 57). Esses fenômenos são frutos, não raro, de um intenso diálogo entre o experimento e as hipóteses que foram desenvolvidas antes e durante esse processo de construção. Neste contexto, a experimentação deixa de ser apenas corroboradora ou falseadora de uma teoria, passando a possuir um papel independente dela ou, ainda, uma função de mesma magnitude (Garcia & Estany, 2010).

Não obstante, apesar dessas novas e relevantes considerações, o ensino, inadvertidamente, continua a desenvolver barreiras para uma melhor compreensão do papel do experimento na ciência e, conseqüentemente, o de sua relação com as hipóteses. Uma das causas disso é a ênfase atribuída apenas aos resultados científicos. Segundo Garcia (2011) “devemos reconhecer que a nova imagem da ciência está orientada por uma relação entre a teoria e o experimento muito mais profunda e com maior riqueza conceitual” (p. 68).

Essas discussões requerem uma análise não apenas do produto científico, mas do seu processo. Com isso, a dicotomia entre os contextos da descoberta e da justificativa (DJ), disseminada por muitos anos entre filósofos, historiadores e sociólogos, também precisa ser revista. Para Reichenbach (1953), que foi o primeiro a explicitar essa distinção, o contexto da descoberta – que se refere ao processo e desenvolvimento científico – escapa de uma análise lógica, já que não possui regras que permitam “construir uma máquina descobridora que assumiria a função criadora do gênio” (p. 211).

Nesse panorama, o contexto da descoberta está relacionado, principalmente, com as origens psicológicas e deveria ser de interesse apenas da história, da psicologia e da sociologia. O contexto da justificativa, por sua vez, busca avaliar epistemologicamente tais ideias. Por conseguinte, a lógica só se preocupa com o contexto da justificativa, e o mesmo deveria ser de domínio da filosofia da ciência.

No entanto, argumenta-se, à luz da moderna filosofia da ciência, que tanto as disciplinas fatuais, como a história, a psicologia e a sociologia, quanto as normativas, como a filosofia da ciência, devem analisar os contextos inseparavelmente. Através de uma exploração concomitante desses dois contextos é possível analisar a dialética existente entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento científico. Steinle (1997) argumenta que a compreensão da experimentação só pode ser plenamente alcançada por meio da história e da filosofia da ciência. Assim, a separação dessas duas áreas do conhecimento torna-se, no mínimo, questionável.

Para se discutir as relações entre hipóteses e experimentação, através de dimensões histórico-filosóficas, é preciso reconhecer que o saber passa por transformações. A admissão de que o “conhecimento trabalhado na escola difere daquele conhecimento produzido originalmente implica na aceitação da existência de processos transformadores que o modificam” (Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola, 2005, p. 78). Ademais, ainda que o saber passe por transformações (saber sábio → saber a ensinar → saber ensinado), isso não justifica a negligência de aspectos relevantes sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula. Esses processos, no âmbito do saber ensinado (domínio predominante do professor) também dependem de uma concepção epistemológica que o docente tem sobre a ciência.

Nesta perspectiva, desenvolveu-se um módulo de ensino em uma disciplina de história da ciência do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina. Utilizou-se como estudo de caso os trabalhos desenvolvidos por Stephen Gray e Charles Du Fay. Iglesias (2004) ressalta que, ao se trabalhar pontos específicos da história, através de estudos de caso, por exemplo,

encontra-se que não é a teoria que sempre guia a ciência, que a relação entre teoria e experimento tem sido diversa e não unitária (...). Descobre-se então que existem diversos modos em que a teoria tem se relacionado com o experimento. Algumas vezes se começa com observações para os quais não havia uma teoria que pudesse abarcar-las (explicá-las) (...) (p. 112).

A história da eletricidade, sobretudo a partir do século XVIII, apresenta muito fortemente a valorização do experimento para o desenvolvimento de novos conceitos nessa área do conhecimento. Os estudos de Gray e Du Fay propiciam analisar os diferentes papéis do experimento e seu diálogo com as hipóteses que estavam sendo formuladas, através de uma discussão acerca do contexto da descoberta e da justificativa.

Este artigo objetiva analisar o módulo de ensino à luz da transposição didática. Em um primeiro momento discutem-se as transformações pelas quais passam os saberes em uma transposição, identificando na sequência didática desenvolvida o seu “problema científico”. Posteriormente, discorre-se sobre os elementos do módulo de ensino, seus objetivos e o contexto da sua aplicação. A seguir, discutem-se os resultados obtidos com o módulo, por meio da análise de

um questionário aberto. Por fim, discorre-se sobre as potencialidades (ou não) dessa transposição didática, explicitando se ela respondeu ao seu “problema científico” (Astolfi & Develay, 1990).

2. Transposição Didática

A transposição didática é um conceito cunhado, inicialmente, por Michel Verret em 1975 e investigado por Yves Chevallard, na década de 80 do século passado. Chevallard (1991) se propôs a analisar as diferentes transformações pelas quais passa o saber, desde sua origem na produção científica até sua inserção na sala de aula. Nessa perspectiva, todo o “trabalho que transforma um objeto do saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado *transposição didática*” (Chevallard, 1991, p. 45, grifo do autor).

De acordo com Marandino (2004), o livro *A didática das ciências*, de Astolfi e Develay (1990), foi um dos trabalhos que mais divulgou o conceito de transposição didática entre os pesquisadores de ensino das ciências no Brasil. Neste livro os autores argumentam que existe “uma ‘epistemologia escolar’ que pode ser distinguida da epistemologia em vigor nos saberes de referência” (Astolfi & Develay, 1990, p. 48). O saber de referência é aquele produzido pelos cientistas, denominado “saber sábio”.

Este “saber sábio”, que reside na esfera científica, sofre modificações, pois no âmbito escolar não é este o conhecimento ensinado; “o conteúdo escolar é um objeto didático produto de um conjunto de transformações” (Alves Filho, 2000, p. 220). Assim, o saber como conteúdo escolar, consignado nos manuais didáticos, é o “saber a ensinar”. O saber da sala de aula, de domínio predominante do professor, difere dos saberes anteriores, ainda que seja influenciado pelos mesmos, e é designado de “saber ensinado”.

Segundo Chevallard (1991), o processo de transposição do saber sábio ao saber a ensinar passa por descontextualização, despersonalização e dessincretização. Esses processos fazem com que o saber perca o seu contexto epistemológico e histórico. Desta forma, com “o saber a ensinar é obtido um saber com uma nova roupagem, uma organização a-histórica, um novo nicho epistemológico e de validade dogmatizada” (Alves Filho, 2000, p. 127).

O saber a ensinar passa por processos de reformulações e reorganizações. Por vezes, isso “resulta em uma configuração *dogmática, fechada, ordenada, cumulativa* e, de certa forma, *linearizada*” (Alves Filho, 2000, p. 226, grifo do autor). Normalmente, o professor reproduz o conhecimento e, conseqüentemente, a concepção epistemológica dos manuais didáticos; assim essas concepções acabam se perpetuando no ensino.

Sendo a transposição didática apenas um instrumento, o professor possui um papel importante na relação ternária do sistema didático (saber, professor, aluno). Assim, deve romper com as imagens estereotipadas da ciência, dentre elas a neutra e a empirista. Essas imagens são, geralmente, perpassadas nos manuais didáticos; contudo, o professor pode e deve buscar elementos mais adequados aos objetivos de sua sequência didática, a fim de minimizar a descontextualização, a despersonalização e a dessincretização presentes nesses materiais. É nessa perspectiva que as escolhas feitas na definição de um conteúdo a ser discutido em sala de aula não dependem apenas do saber acadêmico, mas de múltiplos fatores sociais (Caillot, 1996).

É importante que o professor reconheça a existência da transposição didática para desenvolver um ensino mais contextualizado (Alves Filho, Pinheiro & Pietrocola, 2005) e, notoriamente, sem os estereótipos abordados por muitos livros didáticos. No entanto, isso exige uma constante vigilância epistemológica. Ou seja, os docentes precisam de uma formação adequada para que possam, ao menos, reconhecer os saberes e como esses são expostos nos materiais

didáticos. Ademais, identificar as lacunas que esses saberes podem trazer, especialmente em relação à História da Ciência e às concepções do trabalho científico (Cordeiro & Peduzzi, 2012).

Uma transposição didática pode ser analisada à luz de algumas características, como: o seu *problema científico*, o qual se refere à questão que se pretende estudar, e as suas *atitudes e funções sociais*, que estão relacionadas à imagem de ciência e da atividade científica que se deseja promover entre os alunos, ou seja, às práticas futuras que a atividade, as discussões e as concepções debatidas irão suscitar.

Nessa perspectiva, desenvolveu-se um módulo de ensino, cuja sequência didática é pautada em uma perspectiva histórica e filosófica dos estudos iniciais da eletricidade. As imagens de ciência que se deseja fomentar nos estudantes, referente às *atitudes e funções sociais*, visam, sobretudo, a sua prática futura. Neste módulo, evidencia-se o processo do conhecimento científico como um jogo de hipóteses, uma permanente discussão e argumentação/contrargumentação entre teoria, observação e experimentação (Praia *et al.*, 2002). Compreender a dinâmica metodológica da ciência é relevante para o aluno em formação. Além de explicitar a importância dos seus procedimentos, permite discorrer sobre os diferentes papéis do experimento na pesquisa científica. Ademais, a reflexão sobre a natureza do conhecimento não é uma prerrogativa apenas do futuro professor, mas também do futuro cientista, tanto no que se refere a sua formação geral como quando ministrar aulas.

A contribuição da didática das ciências, particularmente o enfoque trazido por certos elementos da transposição didática (Chevallard, 1991, Martinand, 2003, Astolfi & Develay; 1990), pode auxiliar no desenvolvimento de materiais pedagógicos com conteúdos de História e Filosofia da Ciência para o ensino (Forato *et al.*, 2012). Visto que a transposição didática “não é boa nem é ruim” (Alves Filho, 2000, p. 224), pode-se analisar se uma determinada transposição responde ao seu ‘problema científico’, ou seja, atinge o seu objetivo.

A questão que delimitou a análise do presente estudo – e que se refere ao *problema científico* – é: o módulo de ensino (composto por um texto, artigos, trechos de vídeos, atividade didática e seminários), que explora o conceito de experimentação exploratória e a relação entre os contextos da descoberta e da justificativa, a partir dos estudos de Gray e Du Fay, contribui para que o aluno compreenda o diálogo entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento relativo a esse episódio histórico específico?

3. Aspectos metodológicos da pesquisa

3.1. O módulo, seus objetivos e o contexto da sua implementação

Em muitas instituições de ensino superior, a História da Ciência é tratada em uma disciplina específica do currículo de um curso de física (Tenfen, 2011). A disciplina Evolução dos Conceitos da Física da Universidade Federal de Santa Catarina, oferecida aos alunos da licenciatura e do bacharelado, na última fase do curso, é um exemplo. Esta disciplina possui uma carga horária de 72h, é obrigatória e objetiva analisar, histórica e epistemologicamente, os desenvolvimentos conceituais das teorias físicas, desde os gregos antigos até o século atual, ensejando tópicos sobre a relação ciência e sociedade.

Com o intuito de discutir mais enfaticamente alguns pontos histórico-filosóficos de um dos segmentos dessa disciplina que aborda o eletromagnetismo, desenvolveu-se o módulo “Uma discussão histórico-filosófica da eletricidade: os estudos de Gray e Du Fay”. No primeiro semestre de 2013, este módulo foi implementado durante quatro aulas de 50 minutos. Nesse semestre letivo, excepcionalmente, todos os quinze alunos que cursaram a disciplina eram estudantes do bacharelado.

O módulo foi constituído por um texto, dois artigos, três trechos de vídeos, dois seminários e uma atividade didática, realizada em sala de aula.

Os seminários foram desenvolvidos durante as quatro aulas, que comportaram apresentação em *slides*, atividade didática e convites a discussões. Uma das características da disciplina – o posicionamento crítico dos alunos acerca dos textos, com leitura prévia dos mesmos, antes de cada aula – norteou o desenvolvimento e a implementação dessas aulas, mantendo-se a essência metodológica da disciplina.

O texto “Do efeito âmbar à garrafa de Leyden” (Peduzzi, 2013) apresenta um resgate histórico dos estudos elétricos desde os gregos antigos até a garrafa de Leyden. Entre outras coisas, discute as percepções iniciais que se tinha acerca dos fenômenos elétricos, explicitando alguns dos primeiros instrumentos desenvolvidos, como o perpendicular, o versório e a máquina eletrostática. Nas seções referentes aos estudos desenvolvidos por Gray e Du Fay, discorre sobre o contexto das descobertas desses dois estudiosos explorando, sobretudo, um campo incipiente de conceitualização na qual se encontra a eletricidade nesse período. Aborda, ainda, o surgimento do primeiro dispositivo capaz de acumular e tornar disponível o fluido elétrico – a garrafa de Leyden – e as contribuições de Benjamim Franklin à ciência da eletricidade.

Os artigos “Uma abordagem histórica e experimental à eletricidade em uma disciplina sobre a evolução dos conceitos da física” (Raicik e Peduzzi, 2013a) e “Uma discussão sobre os contextos da descoberta e da justificativa nos estudos de Du Fay” (Raicik e Peduzzi, 2013b) contemplam, respectivamente, discussões sobre a dinâmica entre hipótese e experimentação nos estudos iniciais da eletricidade e uma análise de cunho histórico-filosófico dos contextos da descoberta e da justificativa nos estudos de Du Fay.

Com o uso dos três vídeos, objetivou-se promover uma melhor visualização de alguns fenômenos ‘elementares’ da eletricidade. Dois trechos foram selecionados do documentário da BBC “Shock and Awe. The Story of Electricity”, que apresenta a espetacular luz azulada emitida por um vidro e o aparato experimental utilizado por Gray em uma de suas famosas experiências com o “garoto suspenso por fios”. O vídeo “La danse des feuilles d'or” demonstra uma experiência similar à realizada por Du Fay. Buscou-se potencializar didaticamente esses vídeos, aliando-os a comentários ou a fatos históricos pertinentes.

A atividade didática proposta com eletroscópios procurou explorar o conceito de *experimentação exploratória* (Steinle, 1997; 2002), despertando a reflexão do aluno quanto aos materiais que estavam sendo utilizados. Buscou-se, assim, propiciar condições para que o desenvolvimento da atividade dependesse das hipóteses elaboradas pelos alunos. Cada estudante recebeu um conjunto de sete figuras; representavam eletroscópios de alumínio e de cartolina (carregados e não carregados eletricamente), uma madeira, um canudo plástico e uma madeira revestida em parte por um canudo plástico. Com as mesmas, eles deveriam montar um esquema representacional de dois eletroscópios que, unidos pelo canudo, pela madeira ou pela madeira-canudo, implicaria nos dois eletroscópios carregados no final (se esse sistema fosse, de fato, realizado empiricamente). Para tanto, como orientação inicial, eles deveriam partir de um eletroscópio ‘teoricamente’ já eletrizado. Com essa dinâmica, instigou-se os alunos a refletirem sobre as propriedades desses materiais a fim de introduzir, posteriormente, o contexto histórico da descoberta dos corpos isolantes e condutores.

O módulo “Uma discussão histórico-filosófica da eletricidade: Os estudos de Gray e Du Fay” tem os seguintes objetivos: i) explorar vínculos de dependência entre hipótese e experimentação nos estudos de Gray e Du Fay; ii) avaliar a capacidade dos alunos em evidenciar a dinâmica entre hipótese e experimentação, através de uma análise crítica sobre os contextos da descoberta e da justificativa nos estudos de Gray e/ou Du Fay. A pesquisa visa contribuir para que o aluno compreenda o diálogo entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento

científico, especificamente na elaboração dos conceitos iniciais da eletricidade desenvolvidos por esses estudiosos, por meio de uma análise concomitante entre os contextos DJ.

3.1.1. Primeira e segunda aulas

Em um primeiro momento, buscou-se fomentar discussões sobre a investigação científica; a relação existente entre as convicções teóricas dos estudiosos com as experimentações que desenvolvem e o vínculo dos contextos da descoberta e da justificativa. Isso foi explorado por meio de slides e exposição oral. Procurou-se, principalmente, discutir que a prática científica é, muitas vezes, permeada por situações inesperadas, dúvidas, problematizações, erros, constantes reflexões, diversas hipóteses que, em diálogo com as experimentações, propiciam um desenvolvimento ímpar no que tange aos estudos científicos. Por serem do curso de bacharelado – e, portanto, não estarem habituados a discussões *sobre* a ciência – os alunos demonstraram bastante interesse por esse momento da aula, mais enfaticamente, nos elementos lógicos e complexos que podem estar contemplados em uma descoberta científica. Enquanto estudantes de física, alguns deles, manifestaram incômodo por não possuírem no currículo disciplinas que discutam aspectos relativos à Natureza da Ciência além da disciplina Evolução dos Conceitos da Física.

Um segundo momento tratou dos estudos iniciais da eletricidade. Apresentou-se e discutiu-se as primeiras conjecturas feitas pelos filósofos naturais acerca do efeito âmbar e dos efeitos da pedra-ímã. O texto base para isso foi “Do efeito âmbar à garrafa de Leyden” (Peduzzi, 2013). Durante as aulas, alguns materiais complementares foram utilizados para subsidiar o diálogo em sala e as experimentações desenvolvidas. Dentre eles, a obra “Fundamentos experimentais e históricos da eletricidade” (Assis, 2011). Esse livro permitiu o desenvolvimento e o debate acerca de algumas experiências bastante comuns nos estudos da eletricidade; como a atração de papéis com um tubo de PVC eletrizado. A problematização suscitada aos alunos, a partir desse experimento, pautou-se na sua simplicidade e na sua relevância na história da eletricidade. Essas interlocuções de demonstrações experimentais e questionamentos acerca de alguns fenômenos e experimentos elétricos os instigou, sobretudo, a analisar a História da Ciência sob o contexto de determinada época. Isso se refletiu nas discussões que se seguiram, e também nas considerações feitas no questionário respondido posteriormente, onde eles manifestaram que essa é uma experiência simples, mas que aborda conceitos físicos relevantes. Outros alunos explicitaram que, na perspectiva de hoje, essa experiência elementar da eletricidade pode ser considerada trivial, porém, quando das primeiras observações desse fenômeno ela certamente não o foi, devido ao inusitado efeito que apresenta.

Após a introdução do desenvolvimento inicial da eletricidade, contextualizando o efeito âmbar e discorrendo sobre alguns instrumentos elétricos como o perpendicular e o versório, apresentados em sala de aula (Assis, 2011), passou-se um trecho do vídeo “Shock and Awe. The Story of Electricity” (com duração de 6min e 11s) que exibe a luz azulada emitida por um vidro eletrizado quando aproximado de um corpo condutor. O vídeo despertou interesse não apenas por ilustrar a fabulosa luz, mas também por esse fenômeno ser visto como mágico ou místico, naquele contexto histórico. Como salientou um dos alunos, esse efeito luminoso já é impressionante e estimulante para um estudante de hoje, logo, naquela época, a sua visualização deve ter sido realmente nova e extraordinária.

Para iniciar a discussão da ‘descoberta’ dos conceitos de condutores e isolantes, propôs-se uma atividade didática (descrita na seção 3.1) utilizando eletroscópios representativos. Em função disso, e como parte de uma estratégia pré-concebida, instigou-se a reflexão do que vem a ser uma experiência exploratória (Steinle, 2002; 1997). Esse momento do seminário oportunizou uma dinâmica maior entre os alunos, o professor-pesquisador e a atividade em si; relação corroborada na análise do questionário. Visto que, comumente, os alunos estão acostumados a desenvolver

atividades experimentais mais tradicionais, em que se preenchem tabelas a partir de um procedimento explícito do que deve ser feito, essa atividade, ainda que representacional, permitiu analisar a diferença entre atividades experimentais prescritivas e aquelas que possibilitam uma maior reflexão e tomada de decisão por parte do ‘investigador’, nesse caso os alunos. Também evidenciou a possível resistência dos alunos para atividades que fogem do usual. Na sequência dessa atividade, o professor-pesquisador demonstrou, com materiais concretos, a eletrização de ambos os eletroscópios a partir da sua união por um palito de madeira.

Mesmo que os estudantes já tivessem cursado a disciplina Física Geral III, cabe salientar que a atividade conseguiu envolver os alunos para, além de exercitar a dinâmica de desenvolver hipóteses e a “experimentação”, fomentar reflexões sobre os conceitos tratados. A maioria deles mostrou surpresa com a constatação da madeira (de pinos; específica utilizada na atividade) ter comportamento de condutor nas experiências de eletrostática. Um aluno problematiza: mas uma madeira pode, realmente, ser um condutor? E continua: se eu precisasse escolher entre ficar sobre um plástico ou sobre uma madeira para me isolar, sem dúvida, escolheria a madeira. Mais uma vez foi acentuado que existem diferentes tipos de madeiras e, em experiências usuais de eletrostática, esse material – como visto em sala e como também específica Assis (2011) – se comporta como um condutor.

3.1.2. Terceira e quarta aulas

A terceira e a quarta aulas tiveram exposição similar às primeiras; *slides*, exposição oral, proposta de discussões, demonstrações experimentais e trechos de vídeos. A partir da atividade desenvolvida na aula anterior, iniciou-se a terceira aula com o contexto histórico da conceitualização dos corpos isolantes e condutores descoberta por Stephen Gray no início do século XVIII. O trecho do vídeo “Shock and Awe. The Story of Electricity” (com duração de 2min e 50s) foi introduzido, especialmente, para a visualização da experiência desenvolvida por Gray em que mantém um menino suspenso por fios. Os alunos, de certa forma, ficaram surpresos por apreciarem a casualidade presente nos estudos de Gray que, bem analisada e estudada, propiciou a descoberta dos corpos que transmitem ou não a ‘virtude’ elétrica.

Posteriormente, discorreu-se sobre os estudos de Charles Du Fay, explicitando os motivos pelos quais se atribui a ele a ‘descoberta’ da repulsão elétrica. Nessa aula, a partir das considerações de Hanson (1967) e Kuhn (2011a; 2011b), por exemplo, ponderou-se acerca da estrutura conceitual e epistemológica de uma descoberta científica e sua complexidade em um processo histórico. No desenrolar dos estudos da repulsão elétrica, buscou-se demonstrar a experiência realizada por Du Fay em que mantém uma folha de ouro flutuando sobre um tubo de vidro eletrizado. Contudo, devido a condições atmosféricas, ou de outra natureza, não se obteve sucesso na sua realização utilizando um tubo de PVC e um papel laminado (Assis, 2011). De qualquer modo, apresentou-se o vídeo “La danse des feuilles d'or” (com duração de 1min e 11s), que exibe essa experiência com os mesmos tipos de materiais usados por Du Fay. A experiência avivou ainda mais o interesse dos alunos, uma vez que, de fato, ela é bastante instigante.

Nessas aulas, assim como nas anteriores, foram feitas várias citações originais, tanto dos trabalhos de Du Fay como dos de Gray. Nessa perspectiva, um aluno questionou: as citações diretas de Du Fay podem ser encontradas em um livro por ele publicado? O professor-pesquisador comentou então que, nesse período histórico, os estudiosos enviavam cartas às instituições científicas (Royal Society e Academia Francesa de Ciências, por exemplo) que, posteriormente, eram publicadas em seus periódicos (Philosophical Transactions, Comptes Rendus, Mémoires de l'Académie Royale des Sciences). Outro aluno perguntou: que pessoas tinham acesso a essas cartas? Mencionou-se que, em princípio, eram os membros dessas instituições; contudo, isso não se

restringia apenas a eles. Evidentemente, o constante diálogo entre os estudiosos (através de cartas pessoais, reuniões, conversas informais) também propiciava a disseminação de conhecimentos.

Problematizações do tipo: como se deu o processo dessa descoberta e como ela deve ser analisada em seu contexto histórico, nortearam a apresentação dos conteúdos. Em termos epistemológicos buscou-se, sobretudo, contrapor-se a concepção empírico-indutivista da ciência, comumente disseminada no ensino (Gil Pérez *et al.*, 2001, Fernández *et al.*, 2002) e explicitar a relevância da gênese do conhecimento tanto para a compreensão da atividade científica (com toda a sua subjetividade) quanto para a análise de uma descoberta. Em geral, observou-se que os alunos demonstraram um interesse relevante com as discussões *sobre* a ciência. Ademais, manifestaram apreciar as metodologias utilizadas nessas aulas; que não foram apenas expositivas. Essas considerações preliminares foram corroboradas posteriormente quando das respostas dos alunos a questão 2 do questionário.

3.2. Natureza metodológica da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados

A pesquisa desenvolvida é de natureza qualitativa. Bogdan e Biklen (1994) apresentam características básicas para diferentes abordagens desse tipo de pesquisa: i) A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; ii) Os dados coletados são predominantemente descritivos; iii) A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto; iv) O “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador; v) A análise dos dados tende a seguir um procedimento indutivo.

De acordo com Erickson (1986) a pesquisa qualitativa é, sobretudo, interpretativa, uma vez que busca compreender os significados atribuídos pelos sujeitos a eventos e objetos em suas ações em um determinado contexto. Na perspectiva dessa forma de pesquisa, os dados coletados possuem caráter, normalmente, descritivos (Bogdan & Biklen, 1994). Assim, os resultados são apresentados por descrições e narrativas, por exemplo, acompanhados dentre outros documentos, por fragmentos de entrevistas ou questionários (Trivinos, 1987).

A observação direta permite que o pesquisador se aproxime da perspectiva dos sujeitos (Ludke & Andre, 1986). Contudo, importa destacar que o ato de "observar" difere de simplesmente olhar; observar demanda especificar, dentre outras coisas, os sujeitos e, a partir disso, prestar atenção em suas características.

Os questionários abertos também são úteis para estudar os processos e os produtos que interessam ao investigador em uma pesquisa qualitativa. Eles se caracterizam

por perguntas que levam o entrevistado a responder com frases ou orações. Portanto, o pesquisador não está interessado em antecipar as respostas, e sim, deseja maior elaboração das opiniões do entrevistado (...). Uma das grandes vantagens de perguntas abertas é a possibilidade de o entrevistado responder com maior liberdade, não estando restrito a marcar uma ou outra alternativa (Richardson, 1985. p. 209).

No entanto, a indagação proposta aos sujeitos da pesquisa deve, imprescindivelmente, estar clara, precisa e apontar, sobretudo, a essência do problema (Trivinos, 1987).

4. O questionário

O questionário proposto aos alunos na presente pesquisa constou como uma das avaliações da disciplina e deveria ser desenvolvido individualmente e dentro de um prazo estipulado. Em

pesquisas que utilizam questionários abertos, é fundamental a consideração de que os sujeitos, geralmente, escrevem suas ideias, suas análises, e isso exige deles tempo e esforço (Trivinos, 1987).

O questionário compreendeu as seguintes questões:

1. (Q1) A partir do seminário “Uma discussão histórico-filosófica da eletricidade: os estudos de Gray e Du Fay” [parte 1 e parte 2], dos artigos “Uma discussão sobre os contextos da descoberta e da justificativa nos estudos de Du Fay”, “Uma abordagem histórica e experimental à eletricidade em uma disciplina sobre a evolução dos conceitos da física” e do texto “Do efeito âmbar à garrafa de Leyden”:

•Desenvolva uma análise crítica sobre os contextos da descoberta e da justificativa, a partir dos estudos de Gray e/ou Du Fay, evidenciando a dinâmica existente entre hipótese e experimentação no processo de construção do conhecimento científico.

2. (Q2) O módulo relativo a um segmento da história da eletricidade é parte de uma pesquisa de mestrado. Assim, que comentários e sugestões você teria quanto:

a) A dinâmica em sala de aula; b) A atividade proposta com os eletroscópios; c) Aos textos e artigos; d) Aos vídeos.

O embasamento metodológico para a análise qualitativa do questionário encontra-se na Teoria Fundamentada de Strauss (Massoni, 2013). A construção de *categorias iniciais* partiu de uma *microanálise* que, segundo Strauss, envolve a apreciação do documento “linha por linha”. Nesse procedimento inicial, examina-se uma palavra ou frase que pode ser analiticamente interessante. É essencial, e prolífico também, nessa etapa da análise, formular perguntas e fazer comparações que levem a pesquisa a gerar resultados claros e positivos.

Na questão 1 (Q1), a categoria de análise *axial*, isto é, aquela que expressa o eixo principal de interesse, pautou-se na *explicitação da dinâmica entre hipótese e experimentação e análise concomitante entre os contextos DJ*. Na questão 2 (Q2), a análise assentou-se no *contraponto entre os objetivos de cada item do módulo e os aspectos levantados pelos alunos*.

O processo de codificação aberta, ainda utilizado nessa análise, permite que se identifique e classifique os dados, conforme as categorias elaboradas anteriormente. Mais precisamente, possibilita selecionar as informações e explicar fatos ou fenômenos. Quando o estudo apresenta uma categoria central, essa codificação pode ser do tipo *seletiva*.

Por fim, na teoria fundamentada, o objetivo da análise é “escrever o resultado através de declarações concisas, coerentes que ofereçam uma explicação dos fenômenos estudados” (Massoni, 2013, p. 15). Ou seja, “responder à pergunta de pesquisa instigante proposta inicialmente” (ibid., p. 16) que, neste estudo, como já foi explicitado, é: *o módulo de ensino (composto por texto, artigos, trechos de vídeos, atividade didática e seminários) que explora o conceito de experimentação exploratória e a relação entre os contextos da descoberta e da justificativa, a partir dos estudos de Gray e/ou Du Fay, contribui para que o aluno compreenda o diálogo entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento relativo a esse episódio histórico específico?*

Os dados e a discussão dos resultados são apresentados em dois momentos. Inicialmente, o foco da análise se atém ao desenvolvimento individual dos alunos na questão 1 (Q1). Na sequência, analisa-se o alcance do módulo de ensino (suas potencialidades e limitações) de acordo com os dados da questão 2 (Q2).

4.1. Análise e discussão dos dados

Os dados analisados neste artigo referem-se apenas as respostas dissertativas do questionário proposto aos estudantes. A amostra, para a discussão dos resultados, foi constituída pelos 15 alunos que cursaram a disciplina Evolução dos Conceitos da Física. A ênfase dada a alguns estudantes, em particular, deve-se ao maior interesse demonstrado pelos mesmos na apreciação do módulo de ensino; selecionados com base no processo de *codificação*. Essa diligência é evidenciada nos posicionamentos críticos concebidos que, sobretudo, acentuam o envolvimento e a reflexão necessária que demandavam ambas as questões, a partir das categorias estabelecidas desde a *microanálise*. Além da explicitação da dinâmica entre hipótese e experimentação nos estudos de Gray e Du Fay, na questão 1, eles enfatizaram mais intensamente a importância da análise concomitante dos contextos DJ para a compreensão do próprio procedimento científico. Estes mesmos alunos, na questão 2, analisaram criticamente cada componente do módulo apontando seus aspectos profícuos e, inclusive, manifestando sugestões pertinentes para o mesmo.

4.1.1. Análise da questão 1 (Q1)

No desenvolvimento de sua análise, o aluno A1 conseguiu evidenciar, a partir dos estudos de Gray, que a dicotomia entre os contextos da descoberta e da justificativa é incoerente. Ele identificou elementos considerados “irracionais”, ou pertencentes apenas ao contexto da descoberta, como fundamentais para a justificativa. *Vê-se, portanto, que a dinâmica entre hipótese e experimentação é a de articular e dialogar entre aquilo que se observa, se obtém experimentalmente e se teoriza. Os fatores lógicos de sua primeira hipótese, tidos como pertinentes ao contexto de uma justificativa, tiveram um papel importantíssimo para Gray em suas experimentações, mas foi a casualidade e sua criatividade, tidos como inerentes ao contexto da descoberta, que o levaram às conclusões corretas ao desenvolvimento de um corpo teórico.* Ainda, sinalizou que o experimento possui diferentes papéis no desenvolvimento de determinados conceitos, e que não detém apenas a função de corroborar ou refutar uma teoria, mas a de nortear novas investigações.

O aluno A2 enfatizou que a descoberta dos condutores e isolantes apenas se concretizou *após uma longa dança entre hipóteses e experimentos*. O aluno A1, também exprimindo essa relação e ressaltando o erro na ciência, menciona que nessa descoberta *houve um desenvolvimento conceitual, desde uma hipótese errônea sobre a espessura das tiras, até uma conclusão correta sobre a constituição das tiras*, ou seja, essa descoberta tem em seu contexto *uma estrutura que não independe de sua justificação, pois foi um processo que necessitou de que os cientistas reconhecessem tanto da existência de algo novo, quanto de sua natureza*. A1 acrescentou ainda que o novo rumo dos experimentos de Gray após a sua interação com Wheler evidencia a dinâmica de articulação entre os experimentos e as hipóteses, *uma vez que os experimentos foram sempre guiados de forma exploratória pelas ideias e pressupostos – as hipóteses – dos cientistas*. A10 enfatizou que *as mudanças nas experiências geraram novas hipóteses, e como essas novas hipóteses geram a criação de novos experimentos, convergiram para a descoberta de novos fenômenos e conceitos*. Como explanação geral, A7 comenta que *embora exista o clássico “método científico” (...) a história da ciência nos mostra que (...) há um eterno jogo entre teoria e experimento, onde os dois alternam-se como locomotivas que puxam o desenvolvimento científico*.

Os alunos A1, A2, A3, A4, A6, A8 e A11 acentuam que é possível identificar nos estudos de Gray e Du Fay a evolução de suas ideias, a relevância de seus pressupostos e persistência para o desenvolvimento dos seus estudos e a compreensão das casualidades que permearam seus trabalhos. Ou seja, como apresenta A11, *é perceptível nas investigações de Gray e Du Fay, sobre a eletricidade, o “vai e vem” entre os dois contextos (descoberta e justificativa) e suas respectivas hipóteses e experimentações*. Reforçando que uma descoberta científica envolve processos mais

complexos que uma mera observação, A4 salienta que nos estudos de Du Fay um aspecto notável é *que as observações sozinhas não expressam nada, o que se deve fazer é interpretá-las*. Nesse mesmo sentido, o aluno A1 contempla os fatores que compõe uma casualidade, os imprevistos e os erros na ciência. Explicitando os estudos de Gray, ele argumenta que *são nestas casualidades e impossibilidades que se percebe o quão importantes são as motivações dos cientistas, bem como suas intuições, criatividade, habilidades e tenacidade* e, ademais, ressalta a importância da sagacidade dos estudiosos *em perceber um novo fenômeno em erros e em acidentes, pondo em evidência que somente enxergam tais fenômenos quem tem habilidades e pressupostos suficientes para tanto*. A8 menciona que uma casualidade, ou um incidente, como no episódio da rolha e a pluma com o Gray, *põe em início uma cadeia de outros experimentos, tentativas e erros, interpretações e uso da criatividade na solução da problemática*. O aluno A3, também destacando os pressupostos dos cientistas, expõe que *a própria experiência de mundo e conhecimentos científicos previamente adquiridos [pelo estudioso] (...) são responsáveis pela forma como o cientista, ao chegar em uma potencial descoberta, formulará sua justificativa e administrará o diálogo entre suas hipóteses e experimentos*.

Os alunos A1, A2, A3, A4 e A5 explicitam a importância do contexto da descoberta para a compreensão do desenvolvimento científico e argumentam sobre a sobreposição dos contextos. A4, por exemplo, diz que *fatores “externos” como o puro e simples acaso que ocasione um erro na experimentação ou a criatividade do experimentador têm impacto sobre a construção do conhecimento*. O aluno A3 ressalta que *ao deparar-se [Du Fay] com essa nova descoberta acidental é [foi] preciso atribuir a ela uma nova justificativa*. Os dois contextos devem ser analisados sobre uma mesma perspectiva e, inclusive, para uma análise crítica da história como destaca o aluno A5, mencionando que *o contexto da descoberta e da justificativa é de importância para uma visão mais crítica da história da ciência, nos permitindo compreender os processos desenvolvidos pelo estudioso para desenvolver conhecimento*. Como expõe A6, *descoberta e justificativa, são as duas faces de uma mesma moeda*.

A12, A13, A14 e A15, limitaram-se a fazer resumos dos estudos de Gray e Du Fay, e assim não responderam a questão. Já A1, A3, A4, A7, A8 e A10 conseguiram explicitar, de forma bastante satisfatória, a dinâmica entre hipótese e experimentação a partir de uma análise crítica dos contextos DJ, com base nos estudos de Gray ou de Du Fay.

A *microanálise* desenvolvida a partir das respostas discursivas dos alunos, como as exemplificadas nesta análise, permitiu levantar as seguintes *categorias iniciais*: a) existência de diálogo entre o que se observa e o que se pensa; b) geração de novas hipóteses a partir de variações nos experimentos; c) impacto de erros e acasos na construção do conhecimento; d) observações, sem interpretações, não expressam nada; Estas categorias reforçam as *categorias axiais* já descritas; explicitação da dinâmica entre hipótese e experimentação e análise concomitante entre os contextos DJ.

Embora certos alunos não tenham alcançado, a contento, o propósito do módulo, os demais conseguiram atingir, em boa medida, seus objetivos. Assim, a partir da análise dessa questão, com base nas *categorias axiais* e *iniciais* levantadas, é possível concluir que o módulo proporcionou uma adequada reflexão crítica sobre as insuficiências da distinção entre os contextos DJ e sobre a complexidade inerente a relação entre hipótese e experimentação no episódio histórico considerado. Além disso, o módulo desenvolvido suscitou outras considerações *sobre* a ciência. Os estudantes expuseram a importância dos pressupostos de cada estudioso para a (re) orientação de seus trabalhos, para a identificação de algo novo em suas pesquisas e, também, o envolvimento que existe entre os pares no âmbito científico. As respostas dos alunos, em termos gerais, contemplam a história de Gray e/ou Du Fay sob uma perspectiva histórico-filosófica. Evidenciam que ideias e experimentos que atualmente são simples e triviais não se apresentam assim, quando analisados em seu contexto histórico.

4.1.2. Análise da questão 2 (Q2)

Para melhor explicitar os resultados dessa questão separou-se cada elemento do módulo de ensino (Elemento 1: a dinâmica em sala de aula; Elemento 2: a atividade didática proposta com os eletroscópios; Elemento 3: os textos e artigos; Elemento 4: os vídeos). Um dos estudantes, A15, não respondeu a questão. E outro A6, aparentemente não compreendeu a função de cada componente do módulo frente a seus objetivos – isso fica evidente quando diz, por exemplo, que *detalhes referentes aos experimentos acabam sendo desnecessários* ou, ainda, que *seria mais interessante um menor foco na análise histórica do período*. Desta forma, após a *microanálise* desenvolvida, o aluno não se adequou como um dado relevante, com base no processo de *codificação*.

a) Análise do elemento 1: a dinâmica em sala de aula

Durante a intervenção na disciplina Evolução dos Conceitos da Física procurou-se articular o processo de construção de certos conceitos da eletricidade com: demonstrações experimentais (tal como a atração de pequenos pedaços de papéis por um canudo, o pairar de um corpo sobre outro, pelo mecanismo ACR – atração-contato-repulsão – e a atração de objetos por um versório); seminários na forma de *slides* e oratória; discussões acerca da relação entre hipótese e experimentação e a dicotomia entre os contextos da descoberta e da justificativa.

A2, além de ressaltar a importância da disponibilização dos textos e artigos antes da intervenção, explicita que as *discussões acerca das relações entre hipótese e experimentação e dos contextos da descoberta e da justificativa se deram naturalmente acerca da exposição dos acontecimentos e do embasamento acerca do assunto pelos artigos disponibilizados*. O aluno A7 diz que, *longe da figura clássica de um seminário (...) as atividades destas duas aulas [dois períodos equivalentes a quatro aulas] foram muito dinâmicas, com um constante intercâmbio entre apresentador e plateia*. Em relação às atividades demonstrativas, o aluno coloca que *a chave para este sucesso, na minha opinião foi a inserção das atividades de intervalo [demonstrações experimentais], como a atividade do eletroscópio, o experimento de levitação da folha metálica e os vídeos*. O aluno A1 menciona as discussões fomentadas a partir *da primeira demonstração, durante a qual se esfregou um cano num tecido, fazendo-o atrair pedaços de papel sobre a mesma. A discussão "isto é um fenômeno claramente elétrico?" que se seguiu a esta demonstração foi particularmente rica e proveitosa, estabelecendo uma dinâmica de discussão que se seguiu ao longo do resto do seminário; senti-me muito mais impelido a participar da aula depois de tais demonstração e discussão*.

O aluno A8 realça que os experimentos desenvolvidos foram algo novo e construtivo. Além disso, como relata A5, a apresentação experimental *ajuda na visualização da experiência relatada nos textos, que nem sempre ficam muito claras*. A13 diz que *é muito intrigante rever os simples experimentos e tentar analisar no contexto da época estudada como era a interpretação desses fenômenos, mesmo que já se saiba os conceitos envolvidos nos mesmos*.

As falas dos alunos revelam que a dinâmica de sala de aula foi produtiva e proporcionou um envolvimento, esperado, entre o professor-pesquisador e os alunos, como mostram as *categorias iniciais* levantadas: a) discussões acerca da relação entre hipótese e experimentação de forma natural; b) intercâmbio entre pesquisador e aluno; c) importância das atividades demonstrativas. Além disso, a maneira como o módulo foi desenvolvido – as interlocuções com os vídeos, as demonstrações, a atividade e os textos – propiciou uma maior relação do aluno com o contexto histórico em si e, de maneira não estática e não passiva, sua participação nas discussões e nas atividades suscitadas nos seminários.

b) *Análise do elemento 2: a atividade proposta com os eletroscópios*

Através da atividade com os eletroscópios, pretendeu-se explorar o conceito de experimentação exploratória. Por meio de um *arranjo experimental* que os alunos deveriam esquematizar, buscou-se despertar a reflexão do estudante em relação aos materiais que estavam sendo utilizados, dinamizando as hipóteses que eles fariam sobre os mesmos. Com um conjunto de figuras (descrito na seção 3.1) eles deveriam montar um esquema de dois eletroscópios que, unidos por um determinado material, implicaria nos dois eletroscópios carregados no final (se esse sistema fosse, de fato, realizado empiricamente). Para tanto, como orientação inicial, eles deveriam partir de um eletroscópio ‘teoricamente’ já eletrizado (fig.1).

Contudo, alguns aspectos da dinâmica da atividade, por não terem sido bem entendidos acabaram trazendo algumas dificuldades para os alunos. O aluno A1 frisa que *o grande valor da dinâmica* reside no fato de cada aluno ter recebido o seu próprio material (o conjunto de figuras) e, além disso, pela atividade ter propiciado e incentivado o diálogo com os colegas; *não foi somente uma explicação sobre os fenômenos, mas uma atividade na qual todos os alunos puderam participar ativamente em sua contextualização no assunto*. Entretanto, realça que o professor-pesquisador poderia ter explicado de maneira mais clara e enfática o procedimento da atividade; *achei a explicação da dinâmica um tanto confusa, no início*. Como acentua o aluno A13, *particularmente não entendi o que era realmente para ser feito até uma explicação particular*. A10 ressalta que *talvez seja interessante gastar um pouco mais de tempo para explicá-la, ou seja, descrevê-la com mais detalhes*. Com o intuito de deixar os alunos refletirem mais acerca da atividade e explorar o conceito de experimentação exploratória, o professor-pesquisador não pretendeu atenuar aspectos que poderiam comprometer essa reflexão¹. O aluno A11 ainda que também se mostrasse confuso na atividade, reconheceu esse fato. *Eu não entendi que deveríamos imaginar todo o procedimento, de como o material condutor seria colocado entre os eletroscópios (...). Apenas imaginei o conjunto já montado, sem me preocupar em como o canudo/madeira foi parar lá. Mas realmente, talvez chamar muito a atenção para isso “entregasse o ouro” muito fácil*.

Cabe salientar que, muitas vezes, as dificuldades dos alunos diante de uma nova forma de acessar o conhecimento têm raízes na tradição didática, que pode ser bem representada pelo contrato didático tradicional, outro elemento da didática francesa. O contrato didático é o “meio que o professor tem para fazê-las [as regras e as situações didáticas] funcionar. No entanto, a evolução da situação modifica o contrato que permite, então, a obtenção de novas situações” (Moretti & Flores, p.5, 2002).

A atividade teve sua valia como sublinha o aluno A9, afirmando que esta foi *uma atividade interessante para mostrar que nossa intuição pode estar enganada, como aconteceu no meu caso por exemplo*. O aluno A10 discorre sobre o momento no qual a atividade foi proposta, evidenciando que foi *totalmente encaixada dentro do contexto em que foi apresentada. Rompe um pouco com o diálogo fazendo com que os alunos vejam o conceito apresentado com outro olhar*. O aluno A11 realça que entendeu, por fim, que *o objetivo maior não era acertar a resposta, mas sim “participar” do levantamento de hipótese e a experimentação*. O aluno A7, formidavelmente, relata que *foram experimentos semelhantes ao que foi desenvolvido em sala de aula que, posteriormente, deram origem às séries triboelétricas e as ideias de isolante e condutor. Sendo assim, a atividade proposta é uma ótima porta de entrada para a apresentação destes conceitos*.

Em todo procedimento didático, é preciso que o professor, neste caso o professor-pesquisador, reflita sobre sua prática. Esta atividade proporcionou com maior ênfase essa reflexão,

¹De certa maneira, esse fato foi surpreendente face ao interesse e nível intelectual demonstrado pelos estudantes, pois esse delineamento experimental já havia sido desenvolvido com outro grupo de alunos, e não se constatou esse problema.

através das sugestões apresentadas por alguns alunos para que a atividade ficasse mais clara. O aluno A7, por exemplo, comenta que *seria interessante pontuar, enquanto fala-se dos testes que os cientistas fizeram com diversos materiais a fim de descobrir quais eram elétricos e quais não, que alguns tipos de madeira eram elétricas enquanto outras não eram elétricas*. O aluno A5 menciona que seria interessante que, individualmente ou em grupos, os alunos *tivessem seu próprio kit com a experiência real*. A11, atendo-se aos desenhos explicativos expostos nos *slides*, argumenta que seria melhor se houvesse uma troca nas figuras a fim de facilitar a compreensão da atividade; *quando fizemos a experiência, estávamos no [slide] 39 [44] [Fig. 1], onde temos apenas o experimento montado, com os dois eletroscópios carregados. Depois de realizado o experimento [é] que nos foi mostrado o slide 40 [45], onde temos o procedimento passo a passo, que está bem mais claro, além de mostrar a mão do experimentador. Sugiro que se mude o slide 39 [44] de acordo com o 40 [45] [Fig. 2], com as 3 etapas e com a mão da pessoa (obviamente, “escondendo” os materiais, como já está no slide 39 [44])*.

Mesmo que a atividade não tenha se apresentado com a devida clareza, como aponta a *categoria inicial*: a) explicação da dinâmica pouco clara; ela foi produtiva em termos de interatividade entre os alunos e dos alunos com a experimentação, como indicam as *categorias*: b) proporcionamento de diálogo entre colegas; c) *participação* no levantamento de hipóteses e não o acerto da resposta. Ademais, mostrou-se um caminho profícuo para a introdução dos conceitos de condutor e isolante.

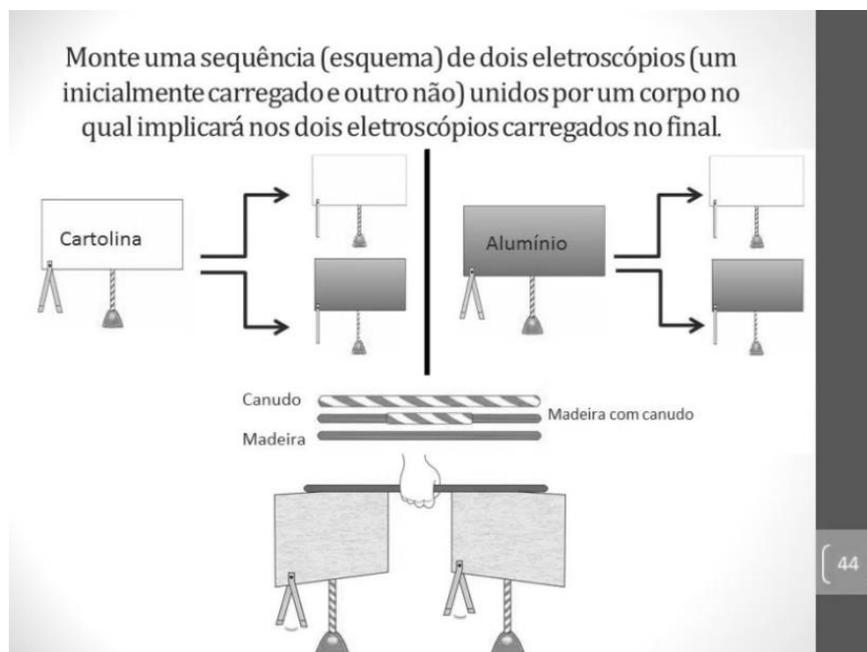


Figura 1 – *Slide*: Descrição do enunciado da atividade experimental.

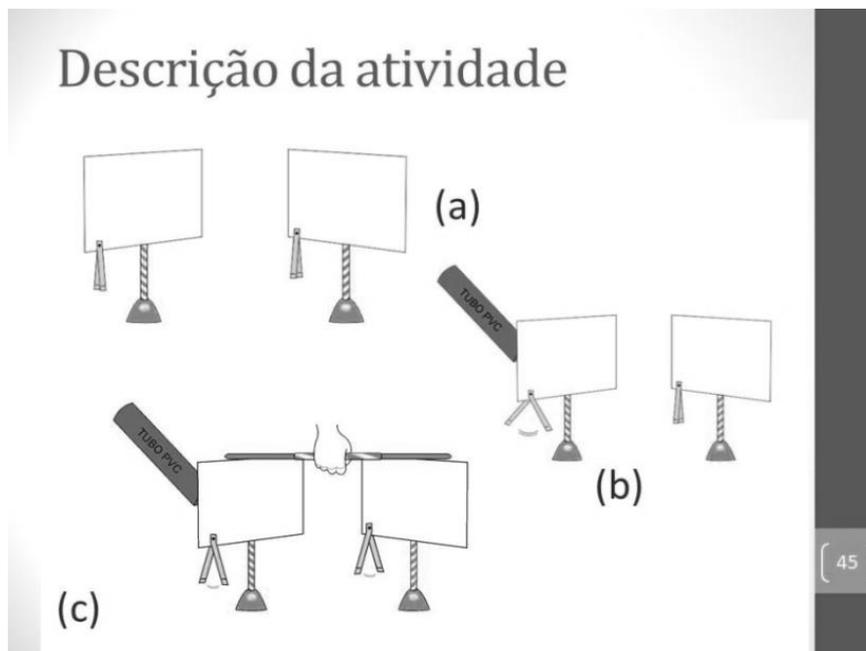


Figura 2 – Slide: Descrição do desenvolvimento da atividade. Segundo a sugestão do aluno A11, esse slide poderia ser utilizado para o enunciado da questão, desde que o corpo madeira-canudo fosse encoberto.

c) Análise do elemento 3: o texto e os artigos

O texto histórico, entre outras coisas, apresenta os estudos desenvolvidos por Gray e Du Fay. Os artigos objetivavam integrar discussões de cunho histórico-filosófico dos contextos da descoberta e da justificativa e da dinâmica entre hipótese e experimentação das pesquisas desses dois investigadores. O professor-pesquisador solicitou que os alunos, antes da intervenção, já tivessem uma leitura prévia desses materiais para uma interação mais produtiva em aula.

Os alunos, de modo geral, enfatizaram que os textos estavam adequados, ressaltando inclusive, a importância da leitura antecipada para as discussões em sala. A10, por exemplo, explicita que *os textos serviram para fornecer um contexto sobre o conceito que seria apresentado, mostrando-se indispensável a pré-leitura do mesmo*. O aluno A4 resalta que os textos complementam a apresentação e são *importantíssimos, pois o conteúdo da apresentação, principalmente nos contextos mais filosóficos, pode ser difícil para o entendimento do aluno, desacomumado com tais assuntos no meio acadêmico que está inserido. Particularmente, os artigos me ajudaram bastante a entender o assunto passado no seminário, além de que os artigos e textos ficarão guardados e passíveis de consulta sempre que necessário*. Ainda em relação aos aspectos filosóficos do módulo, A1 destaca que encontrou *o artigo Uma Discussão sobre os Contextos da Descoberta e da Justificativa nos estudos de Du Fay excepcionalmente bem-argumentado, apresentando um bom balanço entre os fatos históricos e as conclusões epistemológicas às quais podem levar*.

A utilização do texto e dos artigos atestou que, além de propiciarem uma perspectiva histórica e filosófica do episódio em questão, eles podem fornecer subsídios essenciais para as discussões em sala de aula. Isto foi constatado a partir das *categorias iniciais* construídas: a) apresentação dos conceitos estudados; b) contextualização do assunto dos seminários; c) apresentação de fatos históricos e conclusões epistemológicas; Ademais, como evidencia a *categoria (d)* os textos ficarão “guardados” e passíveis de consulta.

d) Análise do elemento 4: os vídeos

Os vídeos buscavam fornecer um objeto de visualização de determinados fenômenos elétricos. Desta forma, contemplam alguns elementos discutidos no período histórico em questão, como a espetacular luz emitida por um vidro atritado quando aproximado de outro condutor, o aparato experimental utilizado por Gray em uma de suas famosas experiências com o “garoto suspenso por fios” e a demonstração de uma experiência similar à de Du Fay, referente ao sistema ACR. As discussões em sala de aula, aliadas aos vídeos, potencializaram didaticamente esse material.

A recepção dos estudantes aos vídeos mostrou-se surpreendente. Mais do que uma mera interatividade, os alunos se sentiram mais motivados. O aluno A11, no início de sua análise, coloca que os vídeos foram *mágicos*. *É um recurso que chama muito a atenção e pode ser muito empolgante. Pelo menos no caso dos vídeos que foram apresentados (...)*. Faz menção à época no qual esses experimentos foram produzidos, *se mesmo hoje em dia tem algo “mágico” em assistir eles, dá pra tentar se colocar no lugar das pessoas da época e imaginar o quão impressionante isso deveria ser para eles*. O aluno A13 evidencia a eficiência dos vídeos, afirmando que eles ajudam na *visualização dos experimentos que são inviáveis realizar na sala de aula ou até em nossos laboratórios*. Ademais, como discorre o aluno A4, *os vídeos são muito importantes e foram muito bem utilizados, pois muitas vezes a engenhosidade dos aparatos e resultados nos experimentos perdem um pouco o brilho se forem apenas mostrados com esquemas desenhados e palavras. Além disso, os vídeos possuem a capacidade de focar a atenção do aluno em meio ao seminário, que por qualquer motivo pode ter se perdido*.

Quanto a descrição das experiências apresentados nos textos, os vídeos, como relata A7, *em especial o da BBC, permitiu a visualização dos experimentos de Hauksbee e Gray*. O aluno A1 em sua análise sobre esse elemento do módulo, expressa que os vídeos *provaram-se bastante elucidativos quanto aos fenômenos sobre os quais se propunha explicar; puderam demonstrá-los de maneira tal que, em geral, não se pode reproduzir nas condições normais de nossas salas de aula. E foram, por isso, bastante importantes para o entendimento do contexto da época e das motivações dos cientistas em entender fenômenos tão intrigantes e deslumbrantes*.

Os vídeos também foram disponibilizados previamente aos alunos, que assinalaram a importância de eles ficarem, do mesmo modo que os outros materiais, acessíveis para consultas ulteriores. Conforme destaca A4, *o fato dos [sic] vídeos serem disponibilizados para os alunos também é importante, pois creio que muitos que passaram por essa disciplina, sejam bacharéis [bacharelandos] ou licenciados, algum dia ministrarão aulas, e esse material pode ser muito útil*. Por fim, os vídeos se mostraram um forte aliado aos outros elementos do módulo de ensino, como mostram as *categorias iniciais*, todas positivas e que reforçam a categoria axial: a) visualização de experimentos históricos; b) apresentação de experimentos não reproduzíveis, normalmente, em condições normais de sala; c) possibilidade de imaginar-se na época em questão; d) demonstração de fenômenos empolgantes, “mágicos” e intrigantes. Ademais, os vídeos desempenharam, para além da expectativa, sua função no módulo.

5. Considerações finais

Neste trabalho, alguns elementos de uma transposição didática sistemática – como as atitudes e funções sociais e o *problema científico* – foram identificados no módulo desenvolvido. A partir disso, pôde-se apontar o problema científico e, com base no saber produzido, e na sua avaliação, se ele havia sido respondido.

A questão 1 (Q1) apresentada ao aluno em um dos segmentos da disciplina *Evolução dos Conceitos da Física*, claramente os envolveu em aspectos históricos e filosóficos da ciência. Alguns

estudantes, inclusive, conseguiram analisar a história de Gray e Du Fay sob outros aspectos epistemológicos, que não apenas os explicitados na questão, como apontaram as *categorias iniciais* levantadas. A interatividade científica foi salientada na maioria das respostas, sobretudo, na relação entre Gray e Wheler. Os pressupostos (culturais, teóricos...) arraigados aos estudiosos, e que interferem nos seus estudos e em suas observações, também foram acentuados. Do mesmo modo, alguns explicitaram a relevância que podem ter as casualidades e os imprevistos, quando devidamente analisados em seus contextos, para o desenvolvimento de novas investigações. Por fim, essa questão suscitou o reconhecimento da função que o erro pode ter na pesquisa científica; quando estudado e repensado, como aconteceu com Du Fay. As *categorias iniciais* construídas a partir das falas dos alunos reforçam, expressivamente, as *categorias axiais*. Desta forma, elas evidenciam, ainda mais, a positividade do módulo de ensino, frente aos seus objetivos.

A questão 2 (Q2), perceptivelmente, demandou uma posição crítica do aluno quanto aos componentes do módulo trabalhado. Muitos deles analisaram os pormenores de cada elemento solicitado, indicando sugestões pertinentes para próximas ações didáticas referentes ao assunto, mas acima de tudo, evidenciaram a potencialidade dos mesmos, como visto nas *categorias iniciais* concebidas. O módulo desenvolvido apresentou resultados bastante satisfatórios, já mostrando ser um proveitoso material para discutir, histórica e filosoficamente, os conceitos iniciais da eletricidade.

Durante os seminários, alguns materiais complementares foram utilizados para subsidiar as discussões e as experimentações desenvolvidas, dentre eles a obra “Fundamentos experimentais e históricos da eletricidade” (Assis, 2011). Esse livro possibilitou o desenvolvimento e o debate acerca de uma (dentre outras demonstrações explicitadas em sala) experiência comum nos estudos da eletricidade; a atração de papéis com um tubo de PVC eletrizado. A problematização inicial pautou-se na trivialidade desse experimento. Essas interlocuções de demonstrações e questionamentos, sobretudo, acerca de suas simplicidades, instigaram os alunos a analisarem a História da Ciência sob o contexto de determinadas épocas. Isso se reflete nas discussões que se seguiram nesse momento, onde eles manifestaram que essa é uma experiência simples, contudo, aborda conceitos físicos relevantes. Outros explicitaram que aos olhos de hoje ela pode ser considerada trivial, mas que nas primeiras observações desse fenômeno ela não foi.

A atividade com o eletroscópio visava, sobretudo, explorar o conceito de *experimentação exploratória*. Contudo, além disso, a mesma contribuiu para um aprendizado mais significativo acerca dos conceitos de isolante e condutor. No processo de uma aprendizagem significativa, há modificações na estrutura cognitiva dos alunos pela influência de novos materiais potencialmente significativos (Moreira, 2011). Ainda que os estudantes já tivessem cursado a disciplina Física Geral III, onde se estuda a eletricidade, percebeu-se que essa atividade aprimorou e ampliou suas concepções acerca das características dos corpos isolantes e condutores. Evidenciou que alguns corpos, dos quais normalmente acredita-se serem isolantes como a madeira, pode se comportar como um condutor, como ocorreu na atividade desenvolvida. O vidro, embora não utilizado em sala, é outro exemplo. Em geral ele se comporta como condutor (devido ao vapor de água que se acumula sobre sua superfície), mas Gray e Du Fay utilizavam vidro atritado em suas experiências, segurando-o pela mão (Assis, 2011). Uma vez que eles aqueciam o vidro, a umidade de sua superfície era evaporada e, então, ele se comportava como um isolante.

Visto que os alunos eram todos do bacharelado, o interesse que demonstraram por discussões epistemológicas, dado que eles não as têm no curso, com exceção dessa disciplina Evolução dos Conceitos da Física, foi notável. A participação dos mesmos nas aulas, de maneira satisfatória, evidencia isso. Enfaticamente, na primeira aula, preocuparam-se em compreender a complexidade de uma descoberta científica. Esse interesse acentua a importância de um trabalho com esse caráter não só na formação de licenciados como na de futuros cientistas.

Salienta-se, sobretudo, que os futuros docentes e pesquisadores necessitam de uma formação não apenas em *conteúdos* científicos, mas também sobre determinadas concepções relativas à Natureza da Ciência. Um estudo de caso histórico, como o apresentado no módulo, propicia discutir, mais enfaticamente, a dinâmica entre as convicções teóricas dos estudiosos e as experimentações que desenvolvem. Isto foi evidenciado com os resultados aqui apresentados, cuja análise perpassou um processo de microanálise, de questionamento sistemático e de identificação de um conjunto de *categorias* – todas emergidas, e fundamentadas, das falas dos alunos, associadas às *categorias axiais* que expressam a linha central da pesquisa. Ademais, o módulo de ensino possibilita que se aprecie o procedimento e os aspectos do trabalho científico, e a incompatibilidade em analisar o contexto da descoberta indistintamente do contexto da justificativa. O desenvolvimento de materiais com enfoques históricos e filosóficos e potencialmente significativos pode ensejar não apenas a compreensão desses aspectos, mas uma formação mais consistente desses sujeitos *sobre* a ciência, como indica a avaliação do módulo. Isso vai ao encontro do que sugerem trabalhos na literatura, que apontam para a relevância dos pesquisadores investirem no uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino, particularmente, em situações concretas, em sala de aula. Como constata Teixeira *et al.* (2012), 87% dos trabalhos publicados sobre essa temática não correspondem à pesquisa de natureza empírica. Certamente, há ainda muito a se fazer.

Agradecimentos

Os autores agradecem as considerações críticas e as sugestões de Neusa Teresinha Massoni, Tatiana da Silva, José de Pinho Alves Filho, Marinês Domingues Cordeiro e Felipe Damasio a este trabalho.

Referências

- Alves Filho, J. P. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- Alves Filho, J. P.; Pinheiro, T. F. & Pietrocola, M. A eletrostática como exemplo de transposição didática. In: Pietrocola, M. (org). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Editora da UFSC, 2005.
- Assis, A. K. T. *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- Astolfi, J.P. & Develay, M. *A didática das ciências*. Campinas, SP, Papirus, 1990.
- Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora. 1994.
- Caillot, M. A teoria da Transposição didática é transponível? In: Raisky, C & Caillot, M. (Orgs) *Au-delà des didactiques, de didactique, le debat autour de concepts fédérateurs*. Paris. De Boeck Université. p. 19-35, 1996.
- Chevallard, Y. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado* Argentina: Aique Grupo Editor, 1991.
- Clough, M. O.& Oslon, J. K. Teaching and assessing the nature of science: An Introduction. *Science & Education*, v. 17, p.143–145, 2008.
- Cordeiro M. D. & Peduzzi, L. O. Q. Um módulo sobre a radioatividade: sua história e sua transposição. In: Peduzzi, L. O.; Martins, A. F. & Ferreira, J. M. H. (Org). *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFERN. p. 183-210, 2012.

- El-Hani, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia das ciências na educação científica de nível superior. In: Silva, C. C. (Org.). *História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: Da Teoria à Sala de Aula*. São Paulo (Brasil): Editora Livraria da Física. p. 3-21, 2006.
- Erickson, F. *Qualitative Methods in Research on Teaching*. In: M. C. Wittrock (Ed). *Handbook of Research on Teaching*, 3rd. edition, New York: Macmillan, 1986.
- Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. & Praia, J. Visiones Deformadas de La Ciencia Transmitidas por la Enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, p. 477-488, 2002.
- Forato, T. C. M.; Martins, R, A. & Pietrocola, M. Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da ciência para a sala de aula. In: Peduzzi, L. O.; Martins, A. F. & Ferreira, J. M. H. (Org). *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRN, p. 123-154, 2012.
- Garcia, E. G. *Las Prácticas Experimentales En Los Textos Y Su Influencia En El Aprendizaje: Aporte Histórico y filosófico en la física de campos*. Barcelona (España). Marzo de 2011. 305 p. Tese - Universidad Autonoma de Barcelona Doctorado en Didactica de las Matematicas y las Ciencias Experimentales, Barcelona, 2011.
- Garcia, A. E. G. & Estany, A. Filosofia de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias. *Praxis Filosófica*, n. 31, p. 7-24, 2010.
- Gil Pérez, D.; Montoro, I. F.; Alís, J. C.; Cachapuz, A. & Praia, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- Hacking, I. *Representar e Intervir: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.
- Hanson, N. R. An Anatomy of Discovery. *The Journal of Philosophy*, v. 64, n.11, p. 321-352, 1967.
- Hodson, D. Philosophy of Science and Science Education. *Journal of Philosophy of Education*, v. 20, n. 2, p. 215-225, 1986.
- Iglesias, M. El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: una nueva perspectiva de la actividad experimental. *Opción*, n. 20, v. 44, p. 98-119, 2004.
- Köhnlein, J. F. K. & Peduzzi, L. O. Q. *Sobre a concepção empirista-indutivista no ensino de ciências*. Trabalho apresentado no VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. Águas de Lindóia-SP, 2002.
- Kuhn, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2011a.
- Kuhn, T. S. *A tensão essencial: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica*. São Paulo: Unesp, 2011b.
- Lederman, N. G. Nature of science: past, present, and future. In: Abell, S. K. & N. G. Lederman (Eds.). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 831-880, 2007.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: E.P.U., 1986.
- Marandino, Martha. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista Brasileira de Educação*, n. 26, p. 95-108, 2004.

- Martinand, J.L. La Question de la Référence en Didactique du Curriculum. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.8, n.2, p.125-130, 2003.
- Martins, R. A. Introdução: história da ciência e seu uso na educação. In: Silva, C. C. (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- Massoni, N. T. *A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física: a questão da mudança epistemológica*. 2010. 412f. Tese (Doutorado). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- Massoni, N. T. Uma metodologia viável de análise qualitativa: Teoria Fundamentada. Porto Alegre: 2013. (*publicação interna*).
- Matthews, M. R. In Defense of Modest Goals When Teaching about the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 35, n. 2, p. 161-174, 1998.
- 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.
- McComas, W. F.; Almazroa, H. & Clough, M. The nature of science in science education: in introduction. *Science & Education*, v. 7, p. 511-532, 1998.
- Moreira, A. M. & Ostermann, F. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.10, n. 2, p. 108-117, 1993.
- Morerira, A. M. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- Morreti, M. T & Flores, C. Elementos do Contrato Didático (Ensaio). Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2002. (*publicação interna*).
- Pais, L. C. Transposição didática. In: *Educação matemática: uma introdução*, 1999.
- Peduzzi, L. O. Q. Do efeito âmbar à garrafa de Leyden. Florianópolis: 2013. (*versão preliminar, publicação interna*).
- Peduzzi, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: Pietrocola, M.(org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.
- Praia, J.; Gil Pérez, D. & Vilches, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.
- Praia, J.; Cachapuz, A. & Gil Pérez, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, p.253-262, 2002.
- Raicik, A. C. & Peduzzi, L. O. Q. Uma abordagem histórica e experimental à eletricidade em uma disciplina sobre a evolução dos conceitos da física. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, XX, São Paulo. Atas...2013a.
- Raicik, A. C. & Peduzzi, L. O. Q. Uma discussão sobre os contextos da descoberta e da justificativa nos estudos de Du Fay. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IX, São Paulo. Atas... 2013b.
- Reichenbach, H. *La filosofia científica*. México: Fondo de cultura económica, 1953.

Rezende, F. S.; Ferreira, L. N. A. & Queiroz, S. L. Concepções a respeito da construção do conhecimento científico: uma análise a partir de textos produzidos por estudantes de um curso superior de química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 3, p. 596- 617, 2010.

Richardson, Roberto Jarry. *Pesquisa Social: Métodos e Técnicas*. São Paulo: Atlas, 1985.

Steinle, F. Entering new fields: exploratory uses of experimentation. *Philosophy of Science*, v. 64, p. 565-574, 1997.

Steinle, F. Experiments in History and Philosophy of Science. *Perspectives on Science*, v. 10, n. 4, p. 408-432, 2002.

Tenfen, N. D. *Mapas Conceituais como Ferramentas para a Organização do Conhecimento em uma Disciplina sobre a História da Física*. Florianópolis: UFSC, 2011. 165 p. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

Teixeira, E. S.; Greca, I. M. & Freire, J. O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de História e Filosofia da Ciência no ensino de física. In: Peduzzi, L. O.; Martins, A. F. & Ferreira, J. M. H. (Org). *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRN, p. 9-40, 2012.

Triviños, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

Recebido em: 28.04.2015

Aceito em: 07.12.2015