



Introdução - A importância da história da ciência no aprendizado de física

É notório verificar que a história da ciência vem ganhando espaço nas últimas décadas nos livros-texto de todos os níveis. Porém, qual será o motivo dessa tendência? Em relação aos outros países, existe a preocupação de introduzir a história da ciência nos seus currículos? Quais as relações entre a história da ciência e as diretrizes educacionais em nosso país? O que os pesquisadores em educação falam sobre a história da ciência e o ensino? Enfim, quais são as vantagens e desvantagens de inserção da história da ciência no processo de ensino-aprendizagem de ciência?

Nas últimas décadas, houve iniciativas significativas de aproximação entre a história da ciência e o ensino das ciências. De acordo com Michael Matthews, essa é uma tendência bastante oportuna, devido “à crise do ensino contemporâneo de ciências, evidenciada pela evasão de alunos e de professores das salas de aula bem como pelos índices assustadoramente elevados de analfabetismo em ciências” (Matthews, 1995). Esse distanciamento da ciência é corroborado com dados oficiais norte-americanos, nos seus programas de formação de professores:

A Fundação Nacional Americana de Ciências denunciou que os programas dos cursos de graduação em Ciências, Matemática e Tecnologia existentes no país tiveram seu escopo e qualidade reduzidos a tal ponto que não mais correspondem às necessidades nacionais;

provocando, portanto, a corrosão de uma riqueza americana sem igual. [1, p. 556]

No intuito de resolver tal crise, alguns países como a Inglaterra e os Estados Unidos implementaram novos programas educacionais, tais como, o novo Currículo Nacional Britânico de Ciências e o projeto 2061 (da Associação Americana para o Progresso da Ciência - AAAS), respectivamente.

Nas últimas décadas, houve iniciativas significativas de aproximação entre a história da ciência e o ensino das ciências. Essa tendência é bastante oportuna devido à crise do ensino contemporâneo de ciências, evidenciada pela evasão de alunos e de professores das salas de aula bem como pelos índices assustadoramente elevados de analfabetismo em ciências

Embora de naturezas distintas, os dois projetos, entre outras determinações, englobaram propostas que visam ao engajamento da história, da filosofia e da sociologia (HFS) ao ensino de ciências nos cursos de ensino fundamental e médio. Porém, essas recomendações não se tratam de uma mera inclusão da HFS, como sendo mais um item do programa do estudo das ciências, mas trata-se de uma incorporação mais rica e abrangente das questões históricas, filosóficas e sociológicas que permearam a construção da ciência. Para Matthews, essa iniciativa é bastante frutífera, pois:

A história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de

.....
João Ricardo Quintal

Colégio Pedro II e CEFET,

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mail: joaoricardoquintal@yahoo.com.br

.....
Andréia Guerra

CEFET, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

E-mail: amoraes@cefet-rj.br

.....

O artigo descreve uma pesquisa sobre a relevância da implementação da história da ciência, como agente influenciador no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos do eletromagnetismo no ensino médio. Um curso, de caráter histórico-filosófico-sociológico, utilizou a história da ciência como eixo condutor e apresentou a evolução do pensamento científico no estudo do eletromagnetismo, desde as principais descobertas sobre os fenômenos elétricos e magnéticos da Antiguidade Clássica até o conceito de campo criado por Maxwell em meados do século XIX. A sua elaboração foi norteada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) de física para o ensino médio e apresentou a história da ciência de forma contextualizada, através de uma metodologia elaborada, mesclando experimentos com a teoria. Nesse sentido, o eletromagnetismo foi discutido a partir da construção, pelos alunos, de experimentos históricos como o *versorium* de Gilbert, a garrafa de Leyden, a pilha de Volta, os experimentos de Oersted, de Ampère e os de indução de Faraday. O objetivo desse trabalho foi o de levantar questões a respeito do desenvolvimento do eletromagnetismo e motivar os alunos acerca das questões científicas abordadas em sala de aula. Ao longo do projeto, os resultados da pesquisa sobre a inserção da história da ciência são relatados e avaliados através de uma abordagem qualitativa e quantitativa, avaliando o seu impacto sobre os alunos.

ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, dar uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas. [2]

Ao relacionar essa situação de reformulação da educação, em alguns países desenvolvidos e no Brasil, é possível verificar que ela trouxe consequências também ao nosso sistema educacional, pois essa crise que levou os Estados Unidos e vários outros países da Europa a

reformularem suas diretrizes educacionais na década de 80, também obrigou os países subdesenvolvidos a rever seus conceitos educacionais, sendo este um dos fatores condicionantes para o envio de verbas pelo Banco Mundial. Dentro deste contexto, o Brasil formulou os Parâmetros Curriculares Nacionais, onde foram estabelecidas algumas regras a serem seguidas, tais como: ênfase na interdisciplinaridade, ligação com o cotidiano, desenvolvimento de competências (como, por exemplo, a compreensão de textos, gráficos, tabelas) e o aprendizado de conteúdos importantes para o exercício da cidadania e para o trabalho.

Em relação à “reformulação” da educação brasileira, também existiu a preocupação de aproximar a história da ciência e o ensino de ciências. Os Parâmetros Curriculares Nacionais enfatizam em suas diretrizes o uso da história da ciência, para que o ensino de física:

[...] na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. [3, p. 229]

Porém, será que tal intento é alcançado? De acordo com Roberto de Andrade Martins, pode-se destacar os seguintes aspectos do material de história da ciência produzido no Brasil:

A história das ciências nos apresenta uma visão a respeito da natureza da pesquisa e do desenvolvimento científico que não costumamos encontrar

no estudo didático dos resultados científicos (conforme apresentados nos livros-texto de todos os níveis). Os livros didáticos enfatizam os resultados aos quais a ciência chegou - as teorias e conceitos que aceitamos, as técnicas de análise que utilizamos - mas não costumam apresentar alguns outros aspectos da ciência. De que modo as teorias e os conceitos se desenvolvem?

Como os cientistas trabalham? Quais

as ideias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado? Quais as relações entre ciência, filosofia e religião? Qual a relação entre o desenvolvimento do pensamento científico e outros desen-

volvimentos históricos que ocorreram na mesma época? [4]

Embora de maneira lenta e às vezes superficial, é possível detectar uma pequena tendência de inclusão da história da ciência nos diversos materiais didáticos em nosso país, o que na opinião de Martins, é algo positivo, pois: “a história da ciência não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas, sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade”. Essa humanização quebra o paradigma de que “a ciência é algo atemporal, que surge de forma mágica e que está à parte de outras atividades humanas” [4].

A utilização da história da ciência no ensino e a psicologia da aprendizagem também possui uma estreita relação. A primeira pode, não só, auxiliar no aprendizado dos conteúdos científicos, como também no próprio processo de desenvolvimento cognitivo individual do educando. De acordo com Martins [4], nos últimos quarenta anos, os educadores tornaram-se mais conscientes dos estágios de cognição presentes na formação do indivíduo. Para ele, essa

conscientização se deveu principalmente aos trabalhos de Jean Piaget, aos quais Martins resume da seguinte maneira:

Os educandos não são uma “tábua rasa” [5]. Trazem consigo certas estruturas operatórias mais ou menos desenvolvidas, de acordo com seu estágio cognitivo; e também trazem certas concepções que, em geral, conflitam e resistem à sua substituição pelas concepções da ciência atual. Essas concepções prévias (anteriores ao ensino científico sistemático) não podem ser apagadas ou ignoradas. Se elas não forem reconhecidas e gradativamente transformadas nas outras, podem continuar a existir, paralelamente às concepções científicas impostas pelo professor, interferindo constantemente com sua efetiva compreensão, aceitação e aplicação [4].

Tanto para Matthews quanto para Martins, a história da ciência pode auxiliar no processo da mudança conceitual dos alunos. Matthews argumenta sua posição através da epistemologia genética de Piaget [6], destacando o seguinte trecho do citado livro: “A hipótese fundamental da epistemologia genética é de que existe um paralelismo entre o progresso alcançado na organização lógica e racional (história da ciência) e os processos psicológicos formativos correspondentes” (p. 13). Enquanto Martins defende que “o processo pelo qual o aluno precisa passar é semelhante ao processo de desenvolvimento histórico da própria ciência” [7]. E destaca que estudando apropriadamente alguns exemplos históricos, o estudante “pode perceber que, na história, sempre houve discussões e alternativas, que algumas pessoas já tive-

ram ideias semelhantes às que ele próprio tem, mas que essas ideias foram substituídas por outras mais adequadas e mais coerentes com um conjunto de outros conhecimentos” [7].

Embora muitos pesquisadores em educação exponham suas justificativas a

favor da inserção da história da ciência no processo de ensino-aprendizagem, outros não aprovam a sua implementação como estratégia de ensino. De acordo com Matthews [2], em 1970, o MIT realizou um simpósio, sobre a questão da utilidade da história da ciência para o seu ensino, nele a HC foi exposta a um duplo ataque: “de um lado, dizia-se que a única história

“A história da ciência não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade...”

Os livros científicos didáticos enfatizam os resultados aos quais a ciência chegou, mas não costumam apresentar alguns outros aspectos da ciência, como de que modo as teorias e os conceitos se desenvolvem? Como os cientistas trabalham? Quais as idéias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado?, e muitas outras questões

possível nos cursos de ciência era a pseudo-história; de outro lado, afirmava-se que a exposição à história da ciência enfraquecia as convicções científicas necessárias à conclusão bem sucedida da aprendizagem da ciência” [2].

No âmbito nacional, mesmo os que defendem a implementação da história da ciência nas salas de aula, como recomenda os PCN's de física, veem dificuldades em sua plena efetivação no ensino brasileiro, pois conforme Martins, existem algumas barreiras a serem enfrentadas: “(1) carência de um número suficiente de professores com a formação adequada para pesquisar e ensinar de forma correta a história da ciência; (2) a falta de material didático adequado (textos sobre história da ciência) que possa ser utilizado no ensino; e (3) equívocos a respeito da própria natureza da história da ciência e seu uso na educação” [8].

Na crença de que a inclusão da história e a filosofia da ciência é um fator de melhora significativa, no processo de ensino-aprendizagem, um dos autores (JRQ) elaborou o projeto “Física na História” que fez parte integrante de uma dissertação de mestrado, na qual foram relatados e avaliados os resultados de uma pesquisa em ensino, sobre a relevância da inserção da história da ciência, como agente influenciador no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos do eletromagnetismo no ensino médio.

Como produto, o curso gerou a produção de um material didático, no qual a história e a filosofia da ciência foram apresentadas de maneira não alegórica, onde se fez presente a contextualização do processo de construção da produção científica, e a exposição das inquietações, interesses e métodos utilizados na interpretação da natureza. Além da produção desse material, o projeto também estabeleceu uma proposta curricular em sala de aula que trouxe subsídios para que uma metodologia, com enfoque histórico-filosófico, seja trabalhada na escola.

Metodologia do curso histórico-filosófico

A proposta metodológica desenvolvida para o curso histórico-filosófico, visou a despertar nos alunos um maior interesse pela ciência, assim como, estabelecer uma aprendizagem significativa dos conteúdos do eletromagnetismo. O projeto foi elaborado de acordo com as recomendações dos Parâmetros Curriculares

Nacionais para o Ensino Médio. Foi aplicado em 90 alunos da terceira série do ensino médio, pertencentes à Rede Pública Federal.

O curso foi composto de várias partes: aulas expositivas sobre os conteúdos da eletricidade, do magnetismo e do eletromagnetismo, demonstração de experiências históricas confeccionadas pelo professor, realização de experiências históricas executadas pelos alunos, debate histórico com a turma e exercícios. Os exercícios foram elaborados abordando questões de

vestibular, questões históricas e outras a respeito das conclusões das experiências realizadas em sala de aula.

No que se refere à confecção do material elaborado para os alu-

nos, a estratégia adotada pelo professor foi a construção de um texto histórico que apresentou a evolução do pensamento científico no estudo do eletromagnetismo, desde as principais descobertas sobre os fenômenos elétricos e magnéticos da Antiguidade Clássica até o conceito de campo criado por Maxwell em meados do século XIX. O texto serviu como um suporte eficaz para a preparação das aulas, sendo que ele foi construído de forma diferente da encontrada nos mais diversos livros didáticos, onde usualmente apenas são destacados os resultados científicos, sem uma conexão com o contexto histórico-social da época das descobertas. Os conteúdos do eletromagnetismo foram trabalhados de forma contextualizada, no sentido de levantar questões internas e

externas ao processo da produção científica. Estas levaram ao ambiente dos alunos as inquietações filosóficas que permearam as investigações científicas sobre a natureza, num espaço e tempo específicos da história. As discussões acerca do tema foram conduzidas focando o processo evolutivo de descoberta das principais teorias eletromagnéticas [9, p. 147-148].

Para o encaminhamento e avaliação do curso de eletromagnetismo, foi aplicado na primeira aula, um questionário abordando temas que iriam ser trabalhados ao longo do período letivo. A elaboração do questionário pretendeu levantar o conhecimento prévio dos alunos a respeito

do magnetismo, da eletricidade, e do eletromagnetismo. Esse pré-teste verificou se os alunos conheciam algumas propriedades dos ímãs, as aplicações tecnológicas do eletromagnetismo em aparelhos do cotidiano, o nome de alguns dos cientistas envolvidos no desenvolvimento do eletromagnetismo e o processo de geração da energia elétrica.

Após a aplicação dessa primeira avaliação, o curso de eletromagnetismo teve seu início. As primeiras aulas expositivas tiveram como objetivo apresentar as principais descobertas sobre a eletrização e as propriedades dos ímãs, pesquisadas desde a Antiguidade Clássica até o início do século XVII. Nas aulas subsequentes, foram elaboradas atividades histórico-experimentais e textos histórico-filosóficos sobre os caminhos trilhados pelos diversos filósofos naturais e cientistas, onde foi analisado o processo histórico pelo qual culminou o surgimento do eletromagnetismo.

Estrutura do curso

I - Aplicação de um pré-teste.

I.1 - Introdução ao tema. *Comentários:* estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos da Antiguidade Clássica até o início do século XVII.

I.2 - Gilbert e o *versorium*. *Comentários:* estudo da importância de Gilbert na sistematização das propriedades dos fenômenos elétricos e magnéticos, descritos no livro *De Magnete*. Análise do *versorium* e a *terrella*.

I.3 - Eletroscópio x *versorium*. *Comentários:* construção, pelos alunos, através de um roteiro, de um pêndulo elétrico que serviu como artefato para pesquisar as

propriedades elétricas e magnéticas apresentadas por alguns materiais.

I.4 - Eletrização e carga elétrica. *Comentários:* estudo da conservação da carga elétrica, das pesquisas de Benjamin Franklin e os processos de eletrização por atrito, contato e indução.

I.5 - Otto Von Guericke, máquinas eletrostáticas e a garrafa de Leyden. *Comentários:* estudo da máquina eletrostática de Guericke e da garrafa de Leyden. Tendo sido apresentado pelo professor, os dois artefatos experimentais.

I.6 - Exercícios de vestibular sobre eletrização por atrito, contato e indução.

II - Contexto histórico-cultural da Europa na época de Coulomb (em colabo-

Na crença de que a inclusão da história e a filosofia da ciência é um fator de melhora significativa no processo de ensino-aprendizagem, elaborou-se o projeto “Física na História”

“Física na História” é parte integrante de uma dissertação onde foram relatados e avaliados os resultados de uma pesquisa em ensino sobre a relevância da inserção da história da ciência como agente influenciador no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos do eletromagnetismo no ensino médio

ração com professor de história) e a apresentação da lei de Coulomb. *Comentários*: estudo da balança de torção, e a formulação de lei de Coulomb. Lei de Coulomb x lei da gravitação universal de Newton.

II.1 - Exercícios de vestibular sobre a lei de Coulomb, mesclando com a lei da gravitação universal, e os processos de eletrização por atrito, contato e indução.

III - Discussão histórico-cultural sobre Galvani e seus trabalhos. *Comentários*: estudo das experiências de Galvani sobre eletricidade animal. Análise da obra literária *Frankenstein*.

III.1 - Resposta dos mecanicistas ao trabalho de Galvani: Alessandro Volta.

III.2 - A pilha de Volta. *Comentários*: estudo do desenvolvimento do primeiro artefato capaz de produzir corrente contínua.

III.3 - Pilha elétrica, ddp, corrente elétrica. *Comentários*: estudo da corrente elétrica.

III.4 - Energia e potência da corrente elétrica.

III.5 - Exercícios de vestibular sobre corrente elétrica, gráficos $i \times t$, funcionamento das pilhas elétricas, energia e potência da corrente elétrica.

IV - A experiência de Oersted. *Comentários*: execução, pelos alunos, através de um roteiro, da experiência de Oersted.

IV.1 - Contexto histórico-cultural de Oersted. A experiência da agulha imanada como algo não casual.

IV.2 - O impacto no meio científico do experimento e sua interpretação. A reação dos mecanicistas: formulação da lei de Biot-Savart.

IV.3 - Discussão de questões, interdisciplinares, apresentadas no roteiro experimental sobre a experiência de Oersted. Realização de exercícios de vestibular sobre a determinação do vetor indução magnética em espiras e bobinas.

V - A experiência de Ampère. *Comentários*: a apresentação da experiência de Ampère, relacionando-a como uma iniciativa de continuação do estudo dos resultados de Oersted.

V.1 - Contexto histórico-cultural da França e na Europa na ocasião das descobertas de Ampère. A apresentação da lei de Ampère.

V.2 - Força magnética entre condutores paralelos e a definição, no sistema internacional, da unidade Ampère (A).

V.3 - Exercícios de vestibular sobre a

determinação do vetor indução magnética em um fio condutor reto. E sobre a força magnética entre dois fios retos.

VI - A experiência da lei da indução eletromagnética de Faraday. *Comentários*: a apresentação de um experimento, confeccionado pelo professor, que demonstrou o fenômeno de indução eletromagnética.

VI.1 - O contexto histórico-cultural de Faraday e as leis da indução e o conceito de linhas de força.

VI.2 - Repercussão (principalmente nas indústrias) das leis da indução (dínamo/motor elétrico).

VI.3 - Lei de Lenz.

VI.4 - Exercícios de vestibular sobre a lei da indução eletromagnética de Faraday e da lei de Lenz, para determinação do sentido da corrente induzida.

VII - O contexto histórico-cultural de Maxwell. O conceito de campo. Sistematização das teorias de campo elétrico e magnético.

VII.1 - Exercícios de vestibular sobre campo elétrico e magnético e linhas de força. *Comentários*: a apresentação no formato histórico-filosófico é encerrada nessa seção.

VIII - Lei de Ohm, lei de Joule, e circuitos elétricos. *Comentários*: a partir desse tópico, as aulas foram ministradas de forma tradicional.

IX - Geradores e Receptores elétricos.

X - Projeto de final de Curso. *Comentários*: No intuito de revisar de forma

significativa os principais conceitos apresentados durante o curso, o professor elaborou um projeto de final de curso, com vários trabalhos histórico-experimentais para que os alunos, em grupos desenvolvessem em casa e apresentassem o resultado de suas pesquisas à turma.

Os projetos finais constaram da resolução de questões contidas no suplemento de trabalho do livro *Faraday e Maxwell - Eletromagnetismo da Indução aos Dínamos* [10] e da construção de diversos aparatos experimentais. Os alunos tiveram como suporte didático para a construção dos experimentos, os roteiros apresentados no referido paradidático e em pesquisas na Internet. Após as apresentações, o curso histórico-filosófico foi

Na implementação inicial do curso, um pequeno grupo, formado principalmente pelos alunos mais ligados à área de exatas, ficou desmotivado. E um outro maior, formado por alunos ligados às áreas de humanas, biomédicas e alguns de exatas, se apresentaram motivados com as aulas!

No início do curso, os alunos se chocaram com a metodologia adotada, pois nas duas outras séries do ensino médio haviam estudado física, baseando-se exclusivamente em fórmulas e teorias acabadas e inquestionáveis

encerrado e teve o início da semana de provas e o pré-teste foi replicado junto com a 3ª certificação de física.

Avaliação do curso histórico-filosófico

A avaliação do curso histórico-filosófico de eletromagnetismo foi composta de análises qualitativas e quantitativas. A primeira foi baseada na metodologia de observação [11]. Construiu-se, então, um diário com anotações do professor após cada uma das aulas realizadas, contendo comentários sobre o andamento do curso e a atitude dos alunos durante a aplicação do projeto "Física na História". E a pesquisa quantitativa foi realizada através de um tratamento estático dos acertos de questões contidas no pré-teste, ao qual foi aplicado antes e depois do curso.

No início do curso, os alunos se chocaram com a metodologia adotada, pois nas duas outras séries do ensino médio haviam estudado física, baseando-se exclusivamente em fórmulas e teorias acabadas e inquestionáveis. Por isso, inicialmente essa diferença bloqueou parte deles, pois sempre estiveram acostumados a ver a física como "algo" produzido por seres privilegiados, que num momento de inspiração ou por alguma necessidade técnica (desconhecida pelos educandos), criaram as mais diversas equações. Equações estas que devem ser decoradas e aplicadas em exercícios de fixação. Até aquele momento, esse era o principal processo de aprendizagem conhecido pelos alunos.

Na implementação inicial do curso houve, portanto, duas vertentes em sala de aula: um pequeno grupo, formado principalmente pelos alunos mais ligados

à área de exatas, que ficaram desmotivados. E um outro maior, formado por alunos ligados às áreas de humanas, biomédicas e alguns de exatas, que se apresentaram motivados com as aulas. Portan-

to, se uma parte dos alunos se mostrou relutante em aderir à introdução da história da ciência no curso de eletromagnetismo, a outra parte, que em sua maioria era formada por alunos que iriam prestar vestibular para a área de humanas, foi cativada logo de início e se tornou mais participativa durante as aulas, o que proporcionou uma pequena diminuição nas conversas paralelas na turma durante as aulas.

A dualidade gerada entre as opiniões dos alunos, comentada anteriormente,

continuou durante as primeiras aulas, porém quando o curso passou para a etapa da realização da parte histórico-experimental, a situação mudou e uma quase totalidade dos estudantes se mostrou interessada nas atividades. Nesta fase, eles ficaram entusiasmados e motivados em descobrir na prática as aplicações e utilidades para as diversas teorias da eletricidade, do magnetismo e do eletromagnetismo. Cabe destacar que a construção, realizada pelos alunos, das primeiras experiências históricas concernentes ao conteúdo da matéria, causaram-lhe um certo sentimento de descoberta da ciência por eles próprios, o que abalou a crença da maioria sobre a intangibilidade da física.

Embora não se possa afirmar que esse sentimento tenha propiciado uma motivação extra aos estudos, possivelmente ele gerou uma quebra dos paradigmas dos processos de construção da ciência, pois alguns alunos se mostraram admirados com o fato de serem capazes de remontar experimentos similares aos executados pelos grandes "gênios" da eletricidade, o que de alguma forma, modificou a atitude dos educandos, tornando-os mais integrados no processo de aprendizagem da disciplina.

É importante destacar que os alunos que, inicialmente, rejeitaram a metodologia do curso, mudaram de atitude no decorrer das aulas. Isso ocorreu, principalmente, quando verificaram que a parte histórica servia de arcabouço para dar um maior significado a determinadas teorias. E que, dessa forma, eles poderiam assimilar e interpretar de forma mais significativa os conteúdos e aplicá-los em exercícios de vestibular com maior clareza dos significados físicos. Essa mudança de atitude pode ser bem ilustrada com o fato de que dois alunos, pertencentes ao grupo de alunos inicialmente desmotivados, acabaram por optar pelo curso de física no vestibular da UFRJ.

No que se refere à avaliação quantitativa, a aprendizagem dos conteúdos foi aferida, não só pelo pré-teste, como também por quatro provas formais, três certificações, com o conteúdo trimestral e uma prova final, com o conteúdo de todo o período letivo. Todas as avaliações formais

tiveram um modelo de prova única para todas as turmas da 3ª série, pertencentes ao mesmo turno.

Conclusão

O projeto "Física na História" proporcionou uma oportunidade de reflexão a respeito das vantagens e desvantagens da inserção da história da ciência no ensino.

A abordagem histórica pode gerar certa resistência em alguns alunos, como ocorreu inicialmente com o referido projeto. Isto porque um trabalho com esse enfoque, por não apresentar verdades prontas e acabadas, impõe ao aluno um pensar constante sobre o que está sendo discutido, contrastando com o

ensino tradicional pautado em memorização e apreensão de algoritmos para resolver problemas pré-determinados. Essa resistência é notada, entretanto, muitas vezes em que uma nova metodologia é implantada em sala de aula.

Apesar da dificuldade apontada, o trabalho histórico pode ser um elemento importante para uma prática pedagógica que pretenda trazer a ciência para o contexto sócio-cultural do aluno. A história da ciência, quando não factual, apresenta os cientistas de forma contextualizada, inserindo-os no tempo e espaço em que viveram. Dessa forma, explicita-se a relação da produção científica com as outras áreas do conhecimento, e também a maneira como a ciência dialoga com a sociedade em que está sendo construída. Os relatos bibliográficos, as discussões em torno do contexto sócio-cultural da produção científica

enfocada e as controvérsias científicas proporcionam em sala de aula debates capazes de humanizar a ciência.

A avaliação do projeto "Física na História" mostrou que muito do sucesso do trabalho de sala de aula foi devido à reprodução dos experimentos históricos.

As experiências possibilitaram aos alunos concretizarem muitas das questões apresentadas no curso e problematizar suas concepções prévias a respeito do tema, destacadas no questionário inicialmente aplicado. Dessa forma, defende-se que a união da história da ciência com experimentos históricos é um elemento a ser

Os alunos que, inicialmente, rejeitaram a metodologia do curso, mudaram de atitude no decorrer das aulas. Isso ocorreu, principalmente, quando verificaram que a parte histórica servia de arcabouço para dar um maior significado a determinadas teorias

A produção e aplicação do projeto destacou que a inserção da história da ciência em sala de aula não é algo simples. Uma prática pedagógica com essa abordagem exige do professor conhecimento de história geral, de física, de filosofia, de sociologia e também de história da ciência e da tecnologia

explorado pelos professores que desejam um ensino de física que não se restrinja à resolução de problemas matemáticos totalmente desvinculados da realidade dos alunos.

A produção e aplicação do projeto destacou que a inserção da história da ciência em sala de aula não é algo simples. Uma prática pedagógica com essa abordagem exige do professor conhecimento de história geral, de física, de filosofia, de sociologia e também de história da ciência e da tecnologia. Dessa forma, requer-se uma formação mais abrangente daquela normalmente fornecida durante a licenciatura. Nesse sentido, é importante que ao se considerar a abordagem histórica uma possibilidade real de tornar o ensino mais significativo, criem-se condições para que um maior número de professores tenha conhecimento capaz de construir práticas educacionais dentro dessa perspectiva.

Referências

- [1] J.L. Heilbron, *Applied History of Science* **78**, 556 (1987).
- [2] M.R. Matthews, *Caderno Catarinense Ensino de Física* **12**, 164 (1995).
- [3] Ministério da Educação, *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio - Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. (MEC/SEMTEC, Brasília, 1999).
- [4] R.A. Martins, in: *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino*, organizado por C.C. Silva (Livraria da Física, São Paulo, 2006).
- [5] J. Piaget and R. Garcia, *Psychogenesis and History* (Columbia University Press, Nova York, 1989).
- [6] J. Piaget, *Genetic Epistemology* (Columbia University Press, London, 1970).
- [7] M.A. Barros e A.M.P. Carvalho, *Ciência & Educação* **5**, 83 (1998).
- [8] H. Siegel, *Science Education* **63**, 111 (1979).
- [9] A.G. Moraes, *Contextualizando o Fazer: Subsídios para uma Educação Científica com Enfoque Histórico-Filosófico*. Tese de Doutorado, COPPE, Rio de Janeiro, 2002.
- [10] A. Guerra, M. Braga e J.C. Reis, *Faraday e Maxwell, Eletromagnetismo: Da Indução aos Dínamos* (São Paulo, Atual, 2004).
- [11] H.M. Vianna, *Pesquisa em Educação - A Observação* (Liber Livro, Brasília, 2007).

Nota

O trabalho é parte integrante de uma dissertação de mestrado profissionalizante em ensino de Ciências e Matemática, no CEFET-RJ, concluída em julho de 2008.