

**NATUREZA DA CIÊNCIA NUMA SEQUENCIA DIDÁTICA: ARISTÓTELES, GALILEU
E O MOVIMENTO RELATIVO**

(Nature of science in a didactic proposal: Aristotle, Galileu and the relative motion)

Alessandro Frederico da Silveira [alessandrofred@yahoo.com.br]

Ana Raquel Pereira de Ataíde [arpataide@yahoo.com.br]

Ana Paula Bispo da Silva [anabispouepb@gmail.com]

Morgana Lígia de Farias Freire [morgana.ligia@uepb.edu.br]

Universidade Estadual da Paraíba

Rua das Baraúnas, SN, Bodocongó, Campina Grande, Paraíba

Resumo

Muitas pesquisas em Ensino de Física nos últimos anos têm apontado a inclusão da História e Filosofia da Ciência (HFC) como uma possibilidade para ensinar ciência e sobre ciência. De acordo com estas pesquisas, HFC pode melhorar a compreensão da ciência como uma atividade humana e facilitar a aprendizagem de conceitos científicos. Neste trabalho buscamos atingir esses dois objetivos, através de um episódio histórico sobre o movimento relativo. Elaboramos uma sequencia didática usando atividades como leitura, elaboração de cartazes e encenação que envolveram tanto a parte conceitual quanto histórica sobre movimento relativo. As atividades desenvolvidas nesta sequencia didática permitiram explorar alguns aspectos da natureza da ciência e também mostrar aos alunos que a Física possui mudanças de paradigmas. As discussões sobre as ideias de Aristóteles e Galileu sobre o movimento relativo serviram para mostrar que os conceitos devem ser analisados dentro de uma concepção de mundo. De forma geral, os alunos aprovaram as atividades baseadas numa abordagem histórica e adquiriram uma nova visão sobre a evolução dos conceitos da física.

Palavras-chave: Ensino de Física; Natureza da Ciência; História e Filosofia da Ciência; Movimento Relativo.

Abstract

Many researches about physics teaching in the last years have pointed the history and philosophy of science (HPS) as an alternative to teach science and about science. According to these researches, HPS can improve the comprehension of science as a human activity and facilitate the learning of scientific concepts. In this work we tried to reach these goals making use of an historical episode about relative motion. We prepared a didactic proposal using hands-on activities and readings about conceptual and historical meaning of relative motion. The classroom activities based on this didactical proposal allowed to explore some aspects of the nature of science and to show to the students that physics is always changing its paradigms. The discussions about Aristotle's and Galileu's ideas on relative motion showed that some concepts must be analyzed inside a world conception. In general, students liked the activities based on historical point of view and acquired a new vision about the evolution of physical concepts.

Keywords: Physics Teaching; Nature of Science; History and Philosophy of Science; Relative Motion

Introdução

O processo ensino-aprendizagem de Física, no Brasil, tem sido reconhecido em diversos estudos como deficiente, tanto no que se refere à formação docente como discente (Villani, Pacca e Freitas, 2008; Rosa e Rosa, 2005; Sousa, 2001; Fávero e Sousa, 2000). Este ensino encontra-se traduzido apenas na débil aprendizagem dos conceitos físicos e do instrumental matemático, sem ter a preocupação com as relações existentes entre eles e de como a história e a filosofia da ciência poderia contribuir para uma compreensão da estruturação destes conceitos físicos.

Ensinar Física, em todos os níveis, tem sido uma tarefa difícil. Em geral, o ensino de Física ainda se caracteriza pelo excesso de atenção dada a exercícios repetitivos, problemas resolvidos mecanicamente, pela utilização de uma sucessão de “fórmulas”, muitas vezes decoradas de forma literal e arbitrária, em detrimento de uma análise mais profunda, visando à compreensão dos fenômenos e conceitos físicos envolvidos. Esta questão amplamente discutida em diversos estudos fortalece a necessidade de reflexão na tentativa de buscar soluções que venham se traduzir em novas possibilidades de estratégias para o ensino de Física (Moreira, 2000).

Ao longo dos últimos anos, a pesquisa em ensino de ciências, e mais especificamente em Física, tem evidenciado a importância do papel desempenhado pela história e filosofia da ciência (HFC) no ensino e aprendizagem das ciências, bem como da sua utilização como contribuinte para a compreensão de sua natureza, tanto por parte dos estudantes como dos professores. Como fator que revela este cenário existe um número grande de artigos publicados em revistas especializadas da área que reservam espaços específicos para essa temática (Matthews, 1995; Brasil, 2002; Gil-Perez e Carvalho, 1995; Batista, 2004; Seroglou e Koumaras, 2001; Teixeira, El-Hani, Freire Jr., 2001, Duarte, 2004).

O uso da história e da filosofia no ensino de ciências tem sido recomendado como uma forma de humanizá-las, como uma tentativa de aproximação com os interesses dos estudantes. Isto pode oportunizar um entendimento mais integral da ciência e a formação de um aluno mais crítico e menos preso a concepções que limitam a sua visão de ciência. Além disso, poderia tornar as aulas mais interessantes, instigantes e dinâmicas, dando oportunidade ao estudante de entrar em contato com o processo de transformação pelo qual passou o conhecimento científico. (Piaget e Garcia, 1982,). Pesquisas também vêm sendo feitas analisando as diferentes formas de levar a história para a sala de aula e suas implicações na aprendizagem (ver, por exemplo, Castro, 2004; Peduzzi, 2001; Silva, 2006; Teixeira e Freire Jr., 1999; Forato, 2009, entre outras).

Ao tratarmos da formação de professores, as contribuições mais relevantes da HFC são as possibilidades de maior compreensão da natureza da ciência por parte dos professores, uma vez que pesquisas realizadas com professores indicam que esses apresentam concepções “inadequadas” ou “deformadas” de ciência, (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Gil-Pérez *et al*, 2001), as quais acabam sendo passadas para os estudantes. Portanto, se pretendemos formar professores capazes de discutir não só a Ciência, mas também *sobre* ela, e, conseqüentemente, se almejamos um aluno consciente do mundo em que vive e apto a compreendê-lo, é necessário que outras abordagens sejam realizadas tanto na formação de professores quanto em sala de aula (Moura e Silva, 2007). O estudo da Natureza da Ciência (NDC) pode facilitar essa mudança.

A NDC é um conjunto de conhecimentos sobre a ciência que tratam de seus métodos, objetivos, limitações, influências, etc., sendo sua inclusão no ensino de ciências uma das metas atuais da educação (Matthews, 1995; Brasil, 2002). Apesar de não ser possível encontrar um consenso sobre a natureza da ciência entre os diversos ramos da ciência, alguns parâmetros podem ser tomados como referência para a sua compreensão. Estes parâmetros servem, e serviram, como base para a elaboração de projetos pedagógicos e reelaboração de currículos em ensino de ciências internacionalmente, que visavam suprir as deficiências da educação em ciências.

Alguns desses parâmetros estão muito claros em Pumfrey (1991) e El-Hani (2006) e serviram para a elaboração deste trabalho. Os parâmetros de NDC escolhidos são:

- i) a relação entre evidências experimentais e elaboração de teorias, rejeitando a visão empirista-indutivista e concordando que as observações são dependentes das teorias;
- ii) leis e teorias não são verdades absolutas, são submetidas a testes e críticas de evidências, replicação de estudos, e estão inseridas num contexto social.

- iii) a construção da ciência é uma contribuição coletiva, que depende de criatividade, tradições sociais, culturais, e que se dá por processos evolutivos e revolucionários, sem um método científico único.

Uma abordagem histórica e a utilização de episódios históricos no ensino podem viabilizar a discussão de aspectos de NDC em sala de aula, uma vez que oferecem um panorama mais amplo dos fatos históricos e da construção da ciência. Tendo esta discussão no curso formador de professores, pode-se vislumbrar a possibilidade de ocasionar mudanças nas concepções de NDC dos futuros professores e despertar para um novo recurso que pode ser utilizado em sala de aula (no caso a HFC), o qual poderá contribuir tanto na imagem de ciência dos estudantes como para o processo ensino aprendizagem.

Neste sentido, apresentamos neste trabalho uma sequência didática onde trabalhamos um conteúdo específico da Física, o movimento relativo, através de textos que têm como base as visões de mundo de Aristóteles e Galileu. Através dos textos discutiremos não só essas visões, mas também a natureza da ciência, contribuindo desta forma para despertar nos futuros professores, estudantes de licenciatura em física, a ideia de que a construção do conhecimento científico não se dá de forma linear.

A escolha do episódio histórico: por que o movimento relativo?

O episódio histórico¹ envolvendo o movimento relativo foi escolhido pelo fato de proporcionar a compreensão tanto de um conceito que os alunos apresentam dificuldade, que é o de referencial em movimento, quanto de concepções de mundo envolvidas nas ideias de Aristóteles e Galileu. Outro aspecto importante é que o episódio histórico escolhido pode ser trabalhado utilizando-se obras primárias e secundárias em português, o que enriquece a aula, e supre o problema comumente alegado de falta de material histórico para utilização em sala de aula. A utilização, por exemplo, da tradução do texto de Galileu permite trazer para o aluno uma forma diferente da que ele está acostumado, de escrever sobre física.

A compreensão do conceito de referencial em movimento é importante não apenas para as transformações de Galileu, como também para outras partes da física em que esse modelo é utilizado na análise do movimento².

Quanto à concepção de mundo, a análise deste episódio permite explorar as hipóteses da física aristotélica e as mudanças na física, decorrentes da adoção do sistema copernicano. Além disso, os textos utilizados permitem, a partir do estudo histórico, explorar aspectos relevantes para a compreensão da natureza da ciência, como será observado a seguir.

Considerando-se os três parâmetros sobre NDC escolhidos (i; ii; iii) e o caráter questionador que deve ter qualquer atividade levada para sala de aula que tenha como objetivo tratar do conhecimento científico (Matthews, 1998), o episódio em questão apresenta alguns pontos que consideramos relevantes:

- 1) As ideias de Aristóteles têm implícito o método apriorístico, ou seja, o movimento ocorre porque existe uma causa maior³, intrínseca ao próprio movimento. Ele observa o movimento, mas não está preocupado em explicar sua causa; apenas sua evolução. Por outro lado, Galileu observa esse movimento de outra maneira, imerso no empirismo do

¹ Neste trabalho consideramos como episódio histórico o assunto “movimento relativo”, que foi tratado de forma diferente ao longo da história da física.

² Como, por exemplo a análise de efeito Doppler.

³ Podemos pensar nesse princípio intrínseco de Aristóteles como um princípio metafísico, o que era comum e coerente para sua época. Mais detalhes sobre o pensamento de Aristóteles podem ser encontrado em Peduzzi (1996).

século XVII, descrevendo experimentos. Ele tenta encontrar um “comportamento padrão” no movimento a partir da experimentação, o que tornará possível associar uma “regra” ou “lei” posteriormente, e não assume que há uma causa maior, que independe da situação. Isso fornecerá subsídios para que o aluno questione o quanto a observação é neutra e os requisitos necessários para a formulação de leis e princípios;

- 2) As ideias de Aristóteles estavam de acordo com a sua visão de mundo, em que as leis válidas na Terra não eram válidas nos céus, onde o movimento estava associado a uma perfeição divina. As observações de Galileu mostraram que os céus não eram perfeitos no sentido aristotélico, pois mostravam mudanças⁴. Portanto as leis da Terra poderiam valer para os céus, o que tornava o sistema heliocêntrico passível de aceitação. No entanto, aceitar as ideias de Galileu para explicar o movimento envolvia romper com paradigmas vigentes. Desta forma o estudante poderá perceber a importância do contexto para a validade das leis, bem como o processo de construção do conhecimento, com a ruptura das ideias Aristotélicas.
- 3) A exposição dos trabalhos de Galileu e sua discussão são fundamentais para romper com a ideia do método científico único, uma vez que diversos textos o apresentam como o “pai do método científico” (Teixeira e Freire Jr., 1999). Além disso os textos escolhidos mostram que o princípio do movimento relativo não é uma contribuição única de Galileu, mas que teve a influência de outros nomes, como Giordano Bruno (Martins, 1986).

Os pontos acima apresentam alguns argumentos que permitem utilizar o episódio histórico do movimento relativo para mostrar uma visão de NDC dentro dos parâmetros escolhidos (i; ii; iii). No entanto, resta o desafio de, com esse objetivo, encontrar uma metodologia que permita ao estudante refletir sobre o conceito movimento relativo e questionar a si mesmo sobre suas concepções de ciência.

Desenvolvendo a sequencia didática:

Com o intuito de desenvolver essa proposta elaboramos algumas atividades que foram estruturadas a partir de um planejamento pedagógico entre os professores ministrantes do curso para quatro encontros, de 2 horas-aula cada, totalizando uma carga horária de 8 horas. Nossa pretensão era criar uma sequencia didática que conduzisse o aluno a uma reflexão acerca da natureza da ciência, baseados nos aspectos destacados por Pumfrey (1991) e El-Hani (2006).

O curso foi ministrado para uma turma de 16 alunos, ingressantes no primeiro semestre de 2008 no curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba. A escolha da turma ingressante foi baseada em dois critérios. O primeiro está relacionado com o conteúdo, pois o conceito de movimento relativo faz parte da disciplina Física Geral I e no momento da pesquisa a professora da disciplina – uma das autoras deste trabalho – iniciaria este assunto.

O segundo critério está relacionado com as concepções sobre ciência que os alunos trazem. Geralmente, algumas ideias sobre natureza da ciência começam a ser discutidos no curso a partir do segundo ano, na disciplina de Introdução à Pesquisa. Portanto, neste caso, os alunos ainda não haviam sido apresentados a nenhum tipo de questionamento sobre suas concepções de ciência advindas do Ensino Médio.

A seguir, descreveremos detalhadamente como foi realizada a sequencia didática para que ela sirva como base para outros episódios históricos que o professor considere importante abordar em sala de aula.

⁴ Para os aristotélicos, o que muda não pode ser perfeito; o que é perfeito não precisa mudar.

Descrevendo os encontros:

Primeiro encontro:

Para iniciarmos o nosso trabalho, entregamos aos alunos um questionário⁵, com o objetivo de identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre movimento relativo e aspectos da natureza da ciência. Consideramos esta atividade como valiosa, ao entendermos que os conhecimentos trazidos pelos alunos, suas ideias e conceitos são de grande importância, para que haja uma aprendizagem significativa, e quando não reconhecidos poderão tornar-se obstáculos, que de acordo com Staub (2005), podem bloquear o processo de construção de um novo conhecimento.

Ainda neste encontro, após a aplicação do questionário, dividimos a turma em grupos com quatro alunos cada, o que nos permitiu trabalharmos dois textos acerca das ideias de Aristóteles e Galileu sobre **movimento**, com as quatro equipes constituídas. Dois dos grupos (**grupos A e B**) receberam o texto: **Física Aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica?**⁶ Enquanto que os outros dois grupos (**grupos C e D**) receberam o texto: **Galileu e o Principio da Relatividade**⁷. Esses textos foram escolhidos por tratarem do episódio histórico que escolhemos como objeto de estudo. Foi proposto então aos alunos, que lessem os textos, identificando o que seria relevante no que concerne às ideias de Aristóteles (**grupos A e B**) e Galileu (**grupos C e D**), acerca de como os movimentos acontecem, e que trouxessem para o próximo encontro, a(s) resposta(s), para o questionamento: **Qual a visão de mundo e de movimento para Aristóteles (grupos A e B) ou Galileu (grupos C e D)?**

Segundo encontro:

No segundo dia iniciamos nossas atividades com a proposta de que os grupos deveriam apresentar oralmente as respostas dadas aos questionamentos realizados no primeiro encontro. Neste sentido, a fim de dinamizar a participação dos alunos e viabilizar a apresentação dos grupos, realizamos uma oficina pedagógica, em que os grupos receberam folhas de papel madeira e pincéis atômicos, para confeccionarem os cartazes que deveriam utilizar na apresentação. Depois de todos aprontarem seus cartazes, iniciamos a apresentação dos grupos. A sequência de apresentação foi: primeiro os grupos A e B, que trataram do pensamento aristotélico sobre movimento e em seguida os grupos C e D, apresentaram as ideias de Galileu sobre o movimento.

Após os debates, apresentamos aos alunos um estudo sobre a Natureza da Ciência (apresentação em power-point), especificamente de que a ciência é resultado de uma construção humana, de modo a apresentar as visões de filósofos e epistemólogos sobre os parâmetros de NDC escolhidos de Pumfrey (1991) e El-Hani (2006)⁸, finalizando as atividades neste segundo encontro

Terceiro encontro:

Neste dia, desenvolvemos uma segunda oficina com o grupo de alunos, apoiados num recorte de texto extraído do livro de Galileu, "Diálogo sobre os dois maiores sistemas de mundo" (Galileu, 2001, p. 249-251) que reproduz o diálogo entre os personagens Simplicio, Salviati e Sagredo. Iniciamos com uma proposta de criarem uma dramatização daquele diálogo, assim convidamos três alunos para interpretarem os personagens, os quais tiveram um tempo de 30 minutos para estudarem a encenação. Neste momento, o restante da turma permaneceu em sala estudando o texto supracitado, até a dramaturgia ser iniciada em sala de aula.

⁵ O questionário será detalhado no próximo item.

⁶ Artigo de autoria de Luiz O. Q. Peduzzi, publicado no *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.13, n1: p. 48-63, abr. 1996.

⁷ Artigo de autoria de Roberto de Andrade Martins publicado nos *Cadernos de Historia e Filosofia da Ciência*, n. 9, p. 69-86, 1986.

⁸ Trata-se dos parâmetros i, ii e iii citados na Introdução deste artigo.

Após a apresentação, propusemos uma atividade, que era identificar quais dos personagens eram seguidores das ideias apresentadas por Aristóteles e Galileu, apresentando e justificando com base nos textos trabalhados nos dias anteriores, os argumentos que o levaram àquela escolha. Com esta atividade foi gerado um grande debate em sala de aula pois os alunos passaram também a verificar as controvérsias entre os personagens acerca do movimento relativo. Em seguida pedimos que todos os alunos nos apresentassem, individualmente, suas ideias acerca do que fora discutido em sala de aula, especificamente um paralelo acerca de suas ideias e dos pensamentos aristotélicos e galileanos sobre movimento.

Quarto encontro:

Para este último dia, desenvolvemos duas atividades. Inicialmente abordamos o movimento relativo numa perspectiva do formalismo matemático, apoiados em autores como Halliday (1996) e Nussenzveig (2002), com o intuito de mostrar a relação que existe entre o assunto tratado no curso e a matemática. Nesta atividade fizemos exposição de conteúdo com uso de recursos multimídia. Para finalizarmos o nosso trabalho aplicamos outro questionário⁹, no qual procuramos resgatar conceitos que haviam sido trabalhados nas aulas anteriores, bem como avaliarmos o nível de compreensão dos alunos acerca da compreensão da ciência como uma construção humana.

Avaliando a sequencia

Os questionários utilizados no primeiro e quarto encontros abordavam o movimento relativo do ponto de vista conceitual, através de situações-problema em que os alunos tinham que explicar o que estava acontecendo em relação ao movimento; e também do ponto de vista da NDC, com questões dissertativas que exploravam os parâmetros citados anteriormente.

Do ponto de vista conceitual, a mudança nas respostas dos alunos foi considerável, passando de 10% de acerto no primeiro questionário para 70% no segundo. Considerando que a maior parte das atividades desenvolvidas estavam restritas a discussões conceituais, este resultado é bastante encorajador.

Quanto aos parâmetros de natureza da ciência, ambos os questionários possuíam as mesmas perguntas:

- a) O que é necessário para elaborar princípios ou leis científicas?
- b) Para elaborar princípios relacionados à situação descrita anteriormente seria necessário à realização de um experimento concreto? Justifique
- c) Tendo apenas como base conhecimentos teóricos, estes princípios podem ser estabelecidos? Justifique
- d) Quando dois cientistas observam a mesma situação eles devem chegar necessariamente às mesmas conclusões? Justifique.

Estas perguntas permitiram analisar as ideias dos alunos quanto à importância das discordâncias e da coletividade na construção da ciência, o papel do experimento para a elaboração de leis e princípios e a relação entre teoria e observação.

Apesar da intervenção ter mostrado que as teorias sobre movimento relativo mudaram com as novas concepções de mundo (geocêntrico e heliocêntrico) os alunos mantiveram a ideia de que o

⁹ Este segundo questionário será detalhado no próximo item.

resultado final, independente do modo como se chega a ele, deve ser último, ou seja, não há lugar para discordâncias quando se trata da ciência.

Quanto à coletividade, os alunos mantiveram a ideia da sua importância, sendo necessário o conhecimento de autores anteriores para se chegar a conclusões sobre um determinado fenômeno e/ou teoria.

No entanto, as respostas obtidas, antes e depois dos encontros, quanto ao papel do experimento e a relação entre teoria e observação, confirmaram a dificuldade de romper com a visão empirista-indutivista dos alunos, herança de manuais e livros didáticos ainda vigentes nas salas de aula e cursos de formação de professores. De maneira geral, os alunos colocaram a observação como sendo neutra e geradora da teoria. Com exceção da resposta de um aluno, a matematização não pareceu importante na definição de princípios ou leis, bastando a confirmação pela realização do experimento.

Essa constatação nos coloca frente a um dilema, pois ao mesmo tempo em que reconhecemos a importância da experimentação e de seu papel em incentivar alguns alunos em continuar seus estudos na física, precisamos fazer com que esses alunos questionem seu caráter neutro. Talvez a resposta esteja em utilizar os episódios históricos no próprio ambiente de laboratório, fazendo com que o aluno questione o que está “por trás” dos passos que o manual descreve para reproduzir algum experimento que foi decisivo no estabelecimento de teorias. A abordagem de forma explícita da NDC no laboratório poderia fazer com que os alunos questionassem a ideia de que observações não são carregadas de teorias. Isso confirmaria os resultados encontrados por Abd-El-Khalick e Ledermann (2000) em sua revisão da literatura sobre concepções de NDC e abordagens através de episódios históricos de forma implícita ou explícita.

Considerações Finais

A sequência didática empregada permitiu explorar os parâmetros sobre a NDC através do episódio histórico sobre movimento relativo, contribuindo para o enriquecimento do assunto. No tocante ao parâmetro que considera as diversas teorias que podem existir para explicar o mesmo fenômeno, a discussão da física aristotélica foi fundamental para que os alunos entendessem que algumas de suas concepções prévias não são absurdas. As ideias da física aristotélica muitas vezes se assemelham às concepções prévias destes alunos e foram a base da explicação para o movimento durante muito tempo.

A comparação entre as ideias adotadas por Aristóteles e Galileu, permitiu que os alunos tivessem os pressupostos de cada uma delas, mostrando que uma teoria científica deve ser analisada sempre de um contexto, seja pela visão de mundo (ptolomaico ou copernicano) ou pelo método utilizado para demonstrá-la (*a priori* ou experimentalmente). Este fato ficou muito claro na atividade desenvolvida no segundo dia, quando, conforme as discussões acerca dos artigos foram progredindo, os dois grupos perceberam a importância das ideias de Aristóteles e Galileu para o movimento e conseqüentemente para a construção do conhecimento científico, gerando um debate em sala de aula.

Quando falamos de geocentrismo e heliocentrismo a escolha por uma das teorias não é tão difícil, considerando que esse paradigma foi rompido há muito tempo. Mas, e quando falamos de teorias atuais que tratam, por exemplo, da criação do Universo? Será que a ciência possui apenas uma resposta? Não. Portanto, continuamos com incertezas e discordâncias dentro da ciência. Será que o aluno entende a discordância e a incerteza dentro da ciência? A mesma ciência que é utilizada como parâmetro para estabelecimento de verdades? O estudo e a encenação do diálogo entre os personagens galileanos permitiram explorar o caráter mutante do conhecimento científico e a

presença das discordâncias entre os partidários de diferentes teorias, características reconhecidamente presentes na ciência. Porém não foram suficientes para que os alunos pudessem entender que não se trata de um caso isolado na história da física, e sim de uma forma de ver a ciência. Essa herança positivista da verdade da ciência se manifestou também em relação ao papel da observação e da experimentação na ciência. Apesar das discussões realizadas, em suas respostas os alunos mantiveram a experimentação como neutra e fundamental para o estabelecimento e validação de teorias.

De um modo geral, os alunos mostraram-se satisfeitos com a abordagem histórica utilizada para tratar do conteúdo estudado. De nossa parte, consideramos que a sequência desenvolvida apresentou mais aspectos positivos do que negativos pois, apesar de não ter rompido com algumas concepções de ciência dos alunos, auxiliou na compreensão do conceito movimento relativo. Quanto à NDC, podemos afirmar que as discussões geradas nos encontros serviram ao menos para despertar novas formas de se ver a ciência. Uma vez que estávamos trabalhando com futuros professores, a própria sequência de que participaram funcionou como um rompimento com a forma tradicional da sala de aula, mostrando que, assim como não há um único método de se fazer ciência, não há uma forma única de se ensinar.

Em termos metodológicos, a utilização de recursos como o estudo de textos em grupos, a elaboração de cartazes e a encenação mostram que a sequência didática elaborada para este trabalho pode servir de base para tratar de outros conceitos que possam ser associados a episódios históricos que geraram controvérsias. Conforme Staub (2005), com a história são apresentadas evidências que mostram que as teorias científicas não são “definitivas e irrevogáveis”, atendendo-se as habilidades desejáveis para os estudantes de física de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002).

Referências

- ABD-EL-KHALICK, F. & LEDERMAN, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- BATISTA, I. L. (2004). O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. *Ciência&Educação*, 10(3), 461-476.
- BRASIL (2002). Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec.
- CASTRO, R. S. (2004). *Uma e outras histórias*. In Carvalho, A. M. P. (org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- DUARTE, M. C. (2004). A história da ciência na formação dos professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. *Ciência&Educação*, 10(3), 317-331.
- EL-HANI, C. N.(2006) Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica superior. In: SI-ilva, C. C. (org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 3-21.
- FÁVERO, M. H. & SOUSA, C. M. S. G. (2000). A resolução de problemas em física: revisão de pesquisa, análise e proposta metodológica. *Investigações em Ensino de Ciências*. 1(3)
- FORATO, T. C. M. A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz. Tese de Doutorado. São Paulo: FEUSP, 2009.

- GALILEU, G. (2001). *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. Tradução Pablo Rubén Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial.
- GIL-PÉREZ, D. et al. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência&Educação*, 7(2), 125-153.
- GIL-PÉREZ, D. & CARVALHO, A. M. P.(1995). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 2. ed. São Paulo: Cortez.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. & WALKER, J. (1996). *Fundamentos de Física: Mecânica- Volume 1*, 4ª e 6ª Edições. Rio de Janeiro: LTC.
- MARTINS, R. A. (1986). Galileu e o Principio da Relatividade. *Cadernos de historia e filosofia da ciência*, n. 9, 69-86. .
- MATTHEWS, M. R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- MATTHEWS, M. R.(1998). In defense of modest goals when teaching about nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 35, n. 2, p. 161-174.
- MOREIRA, M. A. (2000). Ensino de Física no Brasil: retrospectivas e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 22(1), 91-99.
- MOURA, B.A & SILVA, C. C. (2007) A Óptica Newtoniana No Século XVIII: O Que Podemos Aprender com esse Episódio? In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – SC, Florianópolis: 2007. Atas...CD-ROM.
- NUSSENZVEIG, H. M. (2002). *Curso de Física Básica: Mecânica- Volume 1*, 4ª ed. São Paulo: Edgard Blucher.
- PEDUZZI, L. O. Q. (1996). Física Aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13(1), 48-63.
- PEDUZZI, L. O. Q.(2001) Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: Pietrocola, M. (org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC.
- PIAGET, J & GARCIA, R. (1982). *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*. México: Siglo XXI.
- PUMFREY, S. (1991). History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and their aims. *The British Journal for the History of Science*, 24(1), 61-78.
- ROSA, C. W. E ROSA, A. B. (2005). Ensino de física: objetivos e imposições no ensino médio. *Revista Electrónica Enseñanza de la Ciencia*, 4(1)
- SEROGLOU, F. & KOUMARAS, P. (2001). The contribution of the history of physics in physics education: a review. *Science&Education*, 10, 153-172.
- SILVA, C. C. (2006). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física.
- SOUSA, C. M. S. G. (2001). A resolução de problemas e o ensino de física: uma análise psicológica, Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Instituto de Psicologia, 2001.

Experiências em Ensino de Ciências - V5(1), pp. 57-66, 2010

STAUB, A. C. M. (2005). Contribuições da Epistemologia histórica de Bachelard no Estudo da Evolução dos Conceitos de Óptica, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

Teixeira, E. S.; El-Hani, C. Ñ. & Freire Jr., O. (2001). Concepções de estudantes de física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1(3), 111-123.

TEIXEIRA, E. S. & FREIRE JR, O. (1999). A ciência galileana: uma ilustre desconhecida. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 16(1),35-42.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; FREITAS, D. Science teacher education in Brazil: 1950-2000. *Science&Education*, v. 18, p. 125-148, 2008.

Recebido em: 01.03.2010

Aceito em: 25.03.2010