

História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades¹

André Ferrer P. Martins

Departamento de Práticas Educacionais e Currículo do Centro de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade

Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

aferrer34@yahoo.com.br



Educação: teoria e prática, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1981-8106

Está licenciada sob [Licença Creative Common](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Resumo

A História e a Filosofia da Ciência (HFC) conquistaram um papel de destaque no campo do Ensino de Ciências Naturais. Entretanto, persistem dificuldades quanto ao uso de elementos históricos e filosóficos no ensino e na formação de professores de ciências. Este trabalho focaliza essa temática e está dividido em duas partes. Na primeira, fazemos um breve resgate de dois estudos empíricos. Um deles foi conduzido com professores e futuros professores de Física e aponta a natureza de alguns dos reais obstáculos ao uso da HFC para fins didáticos. O outro procurou realizar uma análise comparativa entre disciplinas de natureza histórico-filosófica em dois cursos de licenciatura. Na segunda parte deste trabalho, argumentamos que um caminho possível para superar algumas das dificuldades relativas à inserção da HFC no ensino é o trabalho com “episódios” que promovam discussões relevantes sobre a natureza da ciência. Reportamos a dinâmica de um curso de extensão endereçado a professores de Física do ensino médio de escolas públicas de Natal (RN), voltado à discussão de dois episódios da história da mecânica. Nossas conclusões sinalizam para um cenário complexo de problemas a serem enfrentados no trabalho com a HFC no ensino e na formação de professores.

Palavras-chave: História da Ciência. Filosofia da Ciência. Formação de professores.

¹ Este trabalho tem como base a apresentação intitulada “History, Philosophy, Teaching and Teacher Training: mind the gaps”, feita pelo autor no *8th International Conference for the History of Science in Science Education: Learning science and about science through history*, evento realizado em Maresias (SP), em Agosto de 2010.

History, Philosophy, science teaching and teacher education: challenges, obstacles and possibilities

Abstract

The History and Philosophy of Science (HPS) achieved a prominent role in the field of Science Teaching. However, difficulties remain concerning the use of historical and philosophical elements in teaching and science teachers' education. The present study addresses this theme and it is divided into two parts. At first, we make a brief review of two empirical studies. One study was conducted with teachers and future teachers of Physics, and it indicates the nature of the obstacles currently encountered to the use of HPS for didactic purposes. The other study sought to carry out a comparative analysis between historical-philosophical disciplines in two teacher education undergraduate courses. In the second part of this work, we argue that a possible way to overcome some difficulties regarding the inclusion of HPS in teaching is working with "episodes" that promote meaningful discussions about the nature of science. We report the dynamics of a course addressed to high school physics teachers in the city of Natal (RN), dedicated to the discussion of two episodes from the history of mechanics. Our findings point to a complex scenario of problems to be faced in working with HPS in teaching and teacher education.

Key words: History of Science. Philosophy of Science. Teacher education.

Esclarecimentos preliminares

Façamos, de antemão, dois esclarecimentos.

O primeiro deles refere-se ao uso da sigla HFC. Embora, em muitos textos, surja a expressão 'a História e Filosofia da Ciência', preferimos o uso de 'a História e a Filosofia da Ciência', que indica mais claramente a existência de dois campos distintos do conhecimento (mas com sobreposições). Além disso, consideramos que nossas discussões também envolvem a 'Sociologia da Ciência'. Nesse sentido, o mais correto, talvez, fosse usarmos HFSC, com referência à 'História, Filosofia e Sociologia da Ciência'. Resolvemos manter ao longo desse trabalho – por tradição – a sigla HFC, mas com esse entendimento mais abrangente.

O segundo esclarecimento diz respeito ao conteúdo e teor do próprio trabalho. Dado o caráter temático desse volume, voltado ao ensino de ciências, optamos por abordar a problemática da inserção da HFC no ensino, tomando a liberdade de resgatar trabalhos desenvolvidos em nosso grupo de pesquisa nos últimos anos. Dessa forma, embora menos original e também menos sistemático na apresentação de dados empíricos, acreditamos que

a contribuição deste trabalho seja a de apresentar uma *síntese* de determinadas ideias, conclusões e proposições acerca da problemática geral.

1. Introdução

No campo do Ensino de Ciências Naturais, é inegável a importância atribuída à História e à Filosofia da Ciência. Além de contribuir para os fundamentos epistemológicos desse campo (p.ex.: POSNER et al., 1982; MATTHEWS, 1994a; OGBORN, 1997; MARÍN MARTÍNEZ; SOLANO MARTÍNEZ; JIMÉNEZ GÓMEZ, 1999; LABURU; CARVALHO, 2005), a HFC vêm sendo pensadas tanto como *conteúdos em si* a serem ensinados, quanto como elementos de uma *estratégia didática* facilitadora na compreensão de conceitos, leis, modelos e teorias. As razões para a presença da perspectiva histórico-filosófica no ensino são apontadas em diversos trabalhos da literatura (p.ex.: ZANETIC, 1989; GIL-PÉREZ, 1993; MATTHEWS, 1992, 1994b; CAMPANARIO, 1998; PEDUZZI, 2001; EL-HANI, 2006; MARTINS, 2006).

Nas últimas décadas, essa discussão tem ganhado força a partir de duas perspectivas diferentes, embora interligadas: por um lado, currículos nacionais e documentos oficiais de diversos países salientam a importância da contextualização histórico-social do conhecimento científico (AAAS, 1990; BRASIL, 2000, 2006; NC, 2007). Por outro lado, uma série de estudos tem evidenciado que tanto professores quanto estudantes detêm visões equivocadas acerca da natureza da ciência (p.ex.: GIL-PÉREZ et al., 2001; FERNÁNDEZ et al., 2002; LEDERMAN, 1992, 2007).

Disso decorre que o ensino científico deve preocupar-se em trazer para o debate questões que envolvem a natureza do conhecimento científico, as circunstâncias de sua produção e sua relação com outras formas de conhecimento. É preciso promover um ensino científico de qualidade, contextualizado histórica e socialmente, e que problematize visões ingênuas e equivocadas da ciência. Em suma: não basta saber ciência, é preciso saber *sobre* a ciência (SANTOS, 2001; ADÚRIZ-BRAVO, 2006).

Nessa direção, a HFC trazem grandes contribuições, tornando-se evidente a relevância dessa dimensão na formação de professores de ciências (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1998; MARANDINO, 2003; COLOMBO DE CUDMANI; SALINAS DE SANDOVAL, 2004; DUARTE, 2004). Vários cursos de licenciatura das áreas científicas têm contemplado essa

problemática, seja por intermédio de disciplinas específicas que tratem do conteúdo histórico e/ou filosófico, seja por meio de seminários, palestras etc.

No entanto, a simples consideração de elementos históricos e filosóficos na formação inicial de professores das áreas científicas – ainda que feita com qualidade – não garante a inserção desses conhecimentos nas salas de aula do ensino básico. É praticamente consensual a existência de dificuldades no que se refere à *efetiva utilização* de elementos históricos e filosóficos no processo de ensino e aprendizagem de ciências, envolvendo tanto questões relativas a materiais didáticos, quanto referentes a aspectos metodológicos. Em artigo recente, Höttecke e Silva (2011) analisam, em detalhes, os obstáculos, estruturando-os em quatro grandes grupos: 1) cultura do ensino de Física; 2) habilidades, crenças e atitudes didáticas e epistemológicas dos professores; 3) referencial institucional de ensino de ciências; 4) livros-texto como suportes didáticos fundamentais.

Inserido nessa problemática, este trabalho apresenta recortes dos resultados de alguns estudos empíricos, e encontra-se dividido em duas partes: na primeira, fazemos um breve resgate de dois desses estudos. Um deles aponta alguns dos reais obstáculos enfrentados por professores e futuros professores de Física, no que diz respeito ao uso da HFC para fins didáticos. O outro procurou realizar uma análise comparativa entre disciplinas de natureza histórico-filosófica em dois cursos de licenciatura. Na segunda parte deste trabalho, relatamos o desenvolvimento de um curso de extensão de curta duração, endereçado a professores de Física do ensino médio, que tencionou superar algumas das dificuldades relativas à inserção da HFC no ensino, abordando dois episódios históricos que proporcionaram discussões relevantes sobre a natureza da ciência. Objetivamos, a partir disso, contribuir para o debate relativo à inserção da HFC no ensino de ciências e na formação de professores, em geral.

2. Primeira parte

2.1. O primeiro estudo

Resgatamos, aqui, os principais resultados do estudo relatado em Martins (2007). Um questionário foi aplicado a 82 indivíduos, entre professores e futuros professores de Física da cidade de Natal (RN), com perguntas específicas acerca do tema “HFC”².

As conclusões, oriundas desse estudo, apontaram para:

- O grande interesse e atração da temática HFC entre os indivíduos pesquisados, evidenciado pela expressiva uniformidade das respostas que atribuíam grande importância à presença da HFC no ensino.
- A existência de um verdadeiro fosso entre a enorme *importância* atribuída à HFC e a sua *utilização*, com qualidade, como conteúdo e estratégia didática nas salas de aula do nível médio.
- Um conjunto amplo de dificuldades enfrentadas pelos sujeitos com relação ao uso da HFC no ensino. A produção de material didático de qualidade, embora o mais citado, não é o único problema a ser considerado nesse contexto. Existe, por exemplo, a questão dos exames vestibulares e dos conteúdos “exigidos” pelas escolas, aos quais os indivíduos sentem-se “presos”.
- A necessidade de problematizarmos visões ingênuas acerca do uso da HFC para fins didáticos. Quando pensada em termos de conteúdo, a HFC ainda é vista como algo periférico, secundário, “ilustrativo”, quase sempre como uma *introdução aos assuntos* e temas regulares do currículo. Como estratégia, limita-se, praticamente, ao aspecto motivacional, visando despertar o interesse dos alunos para os assuntos “regulares”. Os próprios professores não parecem levar muito a sério a perspectiva de *aprender Física* com a HFC.
- A necessidade de reflexão sobre o *como fazer*. Do ponto de vista da formação de professores, não basta que tenhamos disciplinas de HFC nas licenciaturas. De nada adianta o conhecimento do conteúdo (ainda que esse conteúdo seja o histórico e o filosófico) sem o *conhecimento pedagógico do conteúdo* (SHULMAN, 1986). O

² Basicamente, investigou-se: a importância atribuída à HFC pelos sujeitos; as principais dificuldades percebidas por eles para a utilização da HFC no ensino; a existência de experiência efetiva ou não no uso dessa estratégia.

enfrentamento desse desafio envolveria uma maior integração com outras áreas do conhecimento, como a Pedagogia e a História.

A esse primeiro grupo de desafios, acrescentaremos os advindos de um segundo estudo.

2.2. O segundo estudo

Em outra pesquisa, efetuou-se uma análise comparativa entre os cursos de licenciatura em Física e em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) no que se refere à inserção de disciplinas de conteúdo histórico e filosófico (PEREIRA; MARTINS, 2011). Foram analisados, para cada curso, o projeto pedagógico, o programa da disciplina e os demais materiais nela utilizados (análise documental). Realizaram-se, também, a observação das aulas (ao longo de um semestre letivo) e entrevistas semi-estruturadas com os professores responsáveis pelas disciplinas. Para guiar a entrevista, foi utilizado um roteiro constituído por 22 questões, que versavam sobre: o perfil do professor-formador; o conteúdo abordado e a metodologia usada nas disciplinas; a inserção da disciplina no currículo e na formação do licenciando.

Esse novo estudo sinalizou para:

- A dependência, que a introdução e o oferecimento de uma disciplina dessa natureza, pode ter da presença de um professor que se interesse pela área, mas nem sempre apresenta formação específica em História e/ou Filosofia da Ciência.
- A existência de diferenças marcantes no que diz respeito aos *modelos* adotados para a inserção da disciplina de conteúdo histórico-filosófico, tanto no que diz respeito ao período do curso selecionado para a inserção da disciplina quanto no que se refere ao enfoque teórico-metodológico utilizado. Em relação a esse último aspecto, as opções parecem estar bastante vinculadas às características pessoais do professor-formador ministrante da disciplina.
- A insuficiência de tornar obrigatórias as disciplinas de conteúdo histórico-filosófico. É salutar promover a reflexão, tanto por parte dos professores-formadores quanto por parte dos Colegiados dos cursos de licenciatura, acerca do significado das diversas possibilidades curriculares, como forma de fortalecer e justificar a particular opção escolhida e, possivelmente, futuras reformulações curriculares.

- A necessidade de trazer para as salas de aula (nas universidades) discussões sobre o *conhecimento pedagógico do conteúdo*, uma vez que o conhecimento do “conteúdo” da HFC não garante que o futuro professor saiba utilizá-lo nas salas de aula da educação básica. É importante que tais disciplinas possam oferecer alternativas, vivências, experiências etc. nessa direção, considerando materiais didáticos existentes e avaliando-os criticamente.

3. Segunda parte

3.1. Um terceiro estudo

Um modo de enfrentar alguns dos problemas apontados na primeira parte deste trabalho envolve o uso de episódios³ históricos que propiciem discussões relevantes acerca da natureza da ciência. O uso de episódios, adequadamente escolhidos e construídos, pode contribuir, também, para que os professores vivenciem maneiras de levar a discussão histórico-filosófica para as salas de aula (o “como fazer”).

Segue-se o relato de uma experiência realizada nessa direção. Sua importância encontra-se, justamente, no fato de podermos extrair dela tanto aspectos positivos como negativos, no que se refere ao uso desse tipo de estratégia.

Elaboramos um curso de extensão de curta duração, que procurou abordar dois episódios da história da mecânica, em particular: (i) o desenvolvimento do princípio da inércia; e (ii) a definição de Galileu para o Movimento Uniformemente Variado (MUV). O curso totalizou 16 horas de atividades (4h/dia, em 4 dias consecutivos) e contou com a participação de 27 sujeitos, entre professores de Física do ensino médio e licenciandos (último semestre) em Física.

Os objetivos principais foram: (i) avaliar a receptividade, compreensão e o potencial de utilização, por parte dos sujeitos, dos materiais elaborados; e (ii) investigar se haveria percepção, por parte dos sujeitos, de determinados aspectos da natureza da ciência, cuja presença era deliberada nos episódios.

³ Há denominações diferentes para os diversos formatos de atividades: episódios, *case studies*, vinhetas, controvérsias, polémicas etc. Utilizamos o termo ‘episódio’ num sentido bastante abrangente, com referência à escolha e desenvolvimento de um tema específico da história da ciência (p.ex.: inércia, natureza da luz, máquinas térmicas...), que pode abranger um intervalo de tempo curto ou longo e pode ou não envolver controvérsias.

Conforme ilustrado na Figura 1, a seguir, o curso foi estruturado de modo que os indivíduos respondessem a dois questionários, ao início e ao final, contendo perguntas referentes a aspectos da natureza da ciência (NdC):

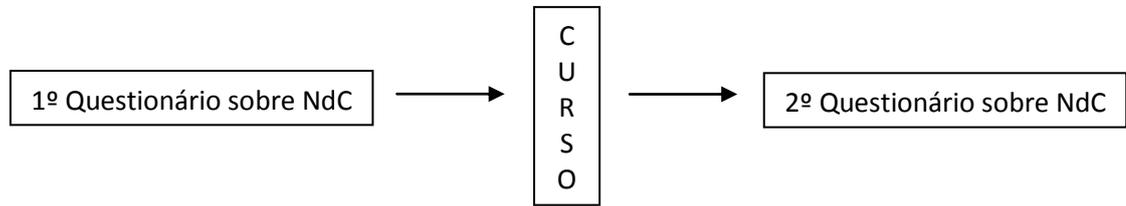


Figura 1 - estrutura geral do estudo

Os questionários foram construídos, propositadamente, para serem diferentes. Entretanto, tratavam de questões de mesma natureza, que podem ser agrupadas em três eixos⁴:

- 1) Característica do conhecimento: temporário ou permanente
- 2) Metodologia científica
- 3) Papel da observação e da experimentação na ciência

O 1º questionário abordava essas temáticas de modo genérico, enquanto que o 2º retornava a elas, mas com referência aos episódios discutidos no curso (ver Anexo). Nesse sentido, foi possível a comparação dos resultados.

O 1º questionário foi aplicado logo no início, no primeiro dia de atividades. Em seguida, realizamos uma exposição dialogada que procurou destacar o contexto histórico do desenvolvimento da Mecânica, partindo do modelo geocêntrico de Universo e tratando da revolução científica do século XVII, com ênfase nos trabalhos de Copérnico, Kepler, Galileu, Descartes e Newton. Nossa intenção com essa exposição foi de, somente, fornecer uma espécie de “pano de fundo” para o tratamento dos dois episódios da história da mecânica a serem considerados no curso⁵.

Ao final do primeiro dia, os alunos receberam um texto (cerca de 10 páginas) sobre o primeiro episódio: o desenvolvimento histórico do princípio da inércia. Tratava-se de

⁴ As questões de número 1 (1º questionário) e 5 (2º questionário) não se encaixam precisamente nesses eixos e não serão objeto de análise neste trabalho. Elas foram elaboradas para investigar outros aspectos relacionados à temática da NdC.

⁵ Mesmo conscientes dos riscos associados a esse tipo de exposição, ela foi relevante para que aferíssemos, minimamente, um pouco do conhecimento que os sujeitos já traziam. Não podemos esquecer, por outro lado, que a maioria já era licenciada e os demais cursavam, à época, a disciplina de HFC.

material produzido especificamente com fins didáticos, destinado a estudantes do nível médio de ensino e contendo, além do próprio texto, questões referentes à leitura.

No segundo dia de atividades, iniciamos com uma breve exposição acerca da história do princípio da inércia, seguindo o texto ofertado aos alunos no dia anterior. Procuramos destacar os principais personagens envolvidos na formulação desse princípio, desde Aristóteles até Newton, passando por Buridan e Oresme (teoria do *impetus*), Galileu, Gassendi e Descartes. Apontamos as dificuldades enfrentadas por esses pensadores na longa e difícil trajetória histórica da construção da ideia da possibilidade de movimento na ausência de forças. Salientamos os momentos de ruptura presentes na história, caracterizados a partir das diferenças entre os modelos explicativos para o movimento.

Em seguida à exposição, reunimos os alunos em pequenos grupos para que discutissem o texto e avaliassem a viabilidade do uso desse material em salas de aula do nível médio. Encerramos com uma discussão coletiva a partir dos relatos dos grupos. Outro texto foi entregue aos alunos (5 páginas), acerca do segundo episódio de história da mecânica: a definição de Galileu para o MUV.

As atividades do terceiro dia seguiram o padrão estabelecido no dia anterior, ou seja, os pequenos grupos reuniram-se para discutir a leitura do texto e avaliar a viabilidade do uso do material, logo após uma breve exposição acerca do tema. Nela, procuramos dar destaque ao papel da abstração e dos argumentos teóricos no combate galileano ao modelo aristotélico, bem como ao “erro” cometido pelo cientista italiano ao buscar uma definição para a aceleração do movimento de queda (Galileu considera, inicialmente, a variação da velocidade do corpo como sendo proporcional ao espaço percorrido, e não ao intervalo de tempo)⁶.

No quarto e último dia, aplicamos o 2º questionário, na intenção de buscar evidências de possíveis alterações em algumas das visões dos sujeitos sobre aspectos da natureza do conhecimento científico, em função daquilo que fora lido nos textos, observado nas exposições e debatido nos momentos de discussão coletiva⁷.

⁶ Nesse segundo episódio, utilizamos textos originais de Galileu já traduzidos para o português (GALILEI, 1988 e 2004) e a análise de seu trabalho realizada por Alexandre Koyré (KOYRÉ, 1986).

⁷ Uma vez que não havia identificação dos sujeitos nos questionários, pedimos a cada indivíduo, ao final, que fizessem corresponder os seus respectivos questionários inicial e final, para que fossem grampeados.

Somente após a aplicação do 2º questionário, realizamos uma exposição final (“O que a Filosofia da Ciência nos ensina sobre esses episódios?”), em que procuramos problematizar temas centrais concernentes à natureza da ciência, a saber: o caráter contínuo ou descontínuo da construção do conhecimento científico; a metodologia científica; o papel das observações, dos experimentos, dos referentes teóricos e da abstração na construção da ciência; a noção de “verdade científica”; a imagem do trabalho dos cientistas. Esses aspectos foram trabalhados tendo como referência os dois episódios estudados no curso, ou seja, utilizamos a Filosofia da Ciência e os resultados das pesquisas acerca da temática NdC na perspectiva de “iluminar” os episódios trabalhados no curso, procurando (re-)interpretá-los com um olhar filosófico. É importante frisar que, nesse sentido, todo o curso foi *epistemologicamente orientado*, desde a escolha dos temas e autores até a escolha dos elementos da NdC abordados, passando pelo *modo* de abordá-los.

Sinteticamente, a estrutura do curso encontra-se na Figura 2, a seguir:

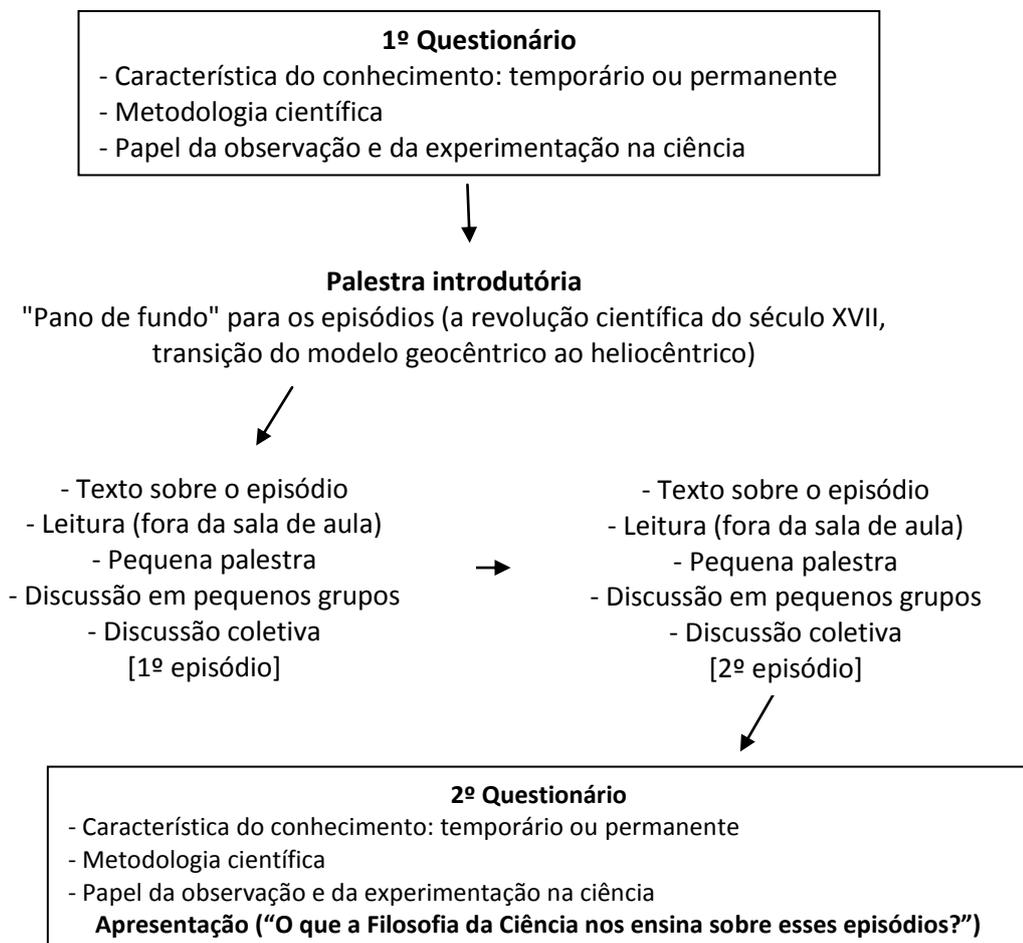


Figura 2 - estrutura do curso de extensão de curta duração

Podemos analisar as respostas dos sujeitos com referência aos três eixos que orientaram a elaboração dos questionários:

1) Característica do conhecimento: temporário ou permanente (1º questionário: q.2; 2º questionário: q.1 e q.2)

A maioria dos indivíduos (85,2%), em pré e pós-instrução, manifestou concepções consideradas satisfatórias em relação a esse quesito, admitindo a provisoriedade e o caráter tentativo do conhecimento científico. Excluindo-se algumas poucas respostas vagas, esse foi o resultado geral, que pode ser exemplificado na fala de um dos sujeitos⁸:

[...] as leis ou princípios estão em constantes mudanças, sempre em busca da verdade “última” (a que prevalece atualmente), a formação dessas idéias passa por um acentuado processo de aceitação e elas também são passíveis de serem superadas cientificamente. (1º quest./ q.2 / S17).

[...] uma verdade hoje aceita não significa que amanhã valerá como verdade. (2º quest./ q.1 / S17).

2) Metodologia científica (1º questionário: q.4 e q.6; 2º questionário: q.4)

Com relação a esse quesito, os resultados foram diferentes. Para 63,0% dos sujeitos, foram constatadas concepções consideradas pouco satisfatórias no início do curso, que se mantiveram ao final. Consideramos que esse aspecto tenha sido um foco de resistência a mudanças. Por exemplo, S19, defendendo que os cientistas seguem um método definido em seu trabalho, argumentou:

[...] ela [a ciência] estabelece critérios de rigidez que é preciso passar por todos eles para que possamos chamar de ciência o objeto de estudo. (1º quest./ q.4 / S19).

Concebendo “o método científico” como um critério de demarcação na ciência, S19 mostrou-se ainda, em outro momento, concordante com todos os passos da sequência empírico-indutivista de produção do conhecimento. Manteve seu posicionamento ao final do curso, ao concordar com o uso de um “método científico rígido” no trabalho de Galileu, afirmando:

Sim [concordo], pois [Galileu] procurou repetir o seu intento várias vezes para que não surgisse “dúvidas” a respeito do que defendia. (2º quest./ q.4 / S19).

⁸ Identificaremos os sujeitos pela inicial ‘S’ maiúscula, seguida de um número de 1 a 27.

Embora não tenham predominado, evidenciamos melhorias discretas acerca desse quesito nas visões dos demais sujeitos (37,0%), como S3 que, inicialmente, mostrou-se favorável a um método definido e à sequência empírico-indutivista e, ao final, defendeu a existência de um método de trabalho na ciência, mas não de forma rígida e pré-estabelecida:

Acredito que cientistas seguem um método organizado de trabalho e estudo, para que sua pesquisa tenha uma organização lógica. (1º quest./q.4 / S3).

Acredito que essa sequência existe para que exista organização na ciência. (1º quest./q.6 / S3).

Acredito que houve o emprego de um método científico, porém não rígido, pois Galileu fez observações, experimentos e anotações. (2º quest./q.4 / S3).

3) Papel da observação e da experimentação na ciência (1º questionário: q.3 e q.5; 2º questionário: q.3)

Nesse quesito foi encontrado, no início, grande número de concepções consideradas pouco satisfatórias. A maioria dos sujeitos (74,1%) concordava que a observação, possivelmente não influenciada por teorias, era sempre o início da investigação científica, como revela S11:

[..] é a partir da observação do fenômeno que surgem as hipóteses que ao longo do estudo podem ser comprovadas e tornarem-se teorias, ou serem descartadas por falta de comprovação. (1º quest./q.3 / S11).

Mantendo sua visão, defende, no final do curso, que:

Todo trabalho científico parte de uma observação, seguido de experimentação. (2º quest./q.3 / S11).

Mesmo que tenhamos tratado este aspecto com grande ênfase no curso, destacando o papel dos pressupostos teóricos, das hipóteses e dos problemas na base da pesquisa científica, S11 preservou sua concepção inicial.

Constatamos que a maioria dos alunos (77,8%), no início, concebiam os experimentos como indispensáveis para o desenvolvimento do conhecimento científico. Grande parte dos que detinham essa visão atribuíram ao experimento o papel de comprovação ou não de hipóteses, fatos ou teorias. Em alguns casos, os alunos deixaram

explícita a natureza não definitiva dessas confirmações ou refutações, demonstrando visões mais adequadas; em outros, não se explicitou se as comprovações eram definitivas ou não, como foi o caso de S16:

É através dos experimentos que o cientista pode comprovar alguma teoria e transformá-la em conhecimento científico. [...] (1º quest./ q.5 / S16).

Apesar disso, algumas concepções parecem ter sofrido influência das discussões do curso e incorporado avanços em sua constituição. Vejamos o exemplo de S4 que, no início, concebia o experimento como forma de validar o conhecimento e, ao final, atribui menor peso ao uso do experimento. Eis o seu discurso:

[O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos] para que possamos confiar na validade do conhecimento científico. (1º quest./ q.5 / S4).

Com base nesses elementos [observação, experimentos e teoria] é que [Galileu] construiu toda sua argumentação para os fenômenos. Embora apresente-se maior fundamentação na observação e na teoria. (2º quest./ q.3 / S4).

Finalizando a apresentação desse terceiro estudo, um resultado fundamental precisa ser destacado: a exposição final (“O que a Filosofia da Ciência nos ensina sobre esses episódios?”), propositadamente, foi realizada *após* a aplicação do 2º questionário. A intenção era fazer uma releitura dos episódios históricos à luz da Filosofia da Ciência, segundo uma orientação epistemológica particular. Diversos alunos nos procuraram (espontaneamente) ao final do curso para expressar que essa última exposição havia mudado substancialmente as suas concepções. Eles pediram que lhes fosse dado o direito de responder novamente ao questionário!

3.2. Mais um grupo de desafios...

Em primeiro lugar, cabe assinalar que o uso de episódios históricos, em geral, e dos textos elaborados para o curso, em particular, foram considerados viáveis e adequados para ser utilizados em salas de aula do nível médio de ensino⁹.

Entretanto, considerando a perspectiva da inserção da HFC no ensino de ciências e na formação de professores, bem como do seu uso para discutir temas relativos à natureza da ciência, esse terceiro estudo aponta para a presença de outro fosso: aquele existente

⁹ Parte desse material já fora, efetivamente, utilizado em salas de aula do nível médio por um estudante de Mestrado da UFRN.

entre, de um lado, as *intenções* de cursos e currículos que trabalham a HFC e a NdC e, de outro lado, aquilo que *efetivamente* os professores aprendem, *como* aprendem e *que uso* poderão fazer desse tipo de conhecimento em suas aulas.

Acrescentamos a essa conclusão, de ordem geral, outros elementos:

- Do ponto de vista da metodologia da pesquisa, destacamos que nossos instrumentos de coleta de dados apresentaram algumas limitações. Nem sempre as respostas dos indivíduos eram claras o suficiente para permitirem uma análise unívoca. Quanto a isso, reforçamos a percepção existente em outros trabalhos que sinalizam para a importância da realização de entrevistas como forma de investigar concepções sobre aspectos da NdC (p.ex.: LEDERMAN, 2007).
- Houve poucas alterações nas concepções dos sujeitos acerca de temas relativos à NdC, ao término do curso. As razões para isso devem ser atribuídas a dois fatores principais: (i) ao reduzido tempo de curso (somente 12h até o momento da aplicação do 2º questionário)¹⁰; e (ii) a existência de focos de resistência a mudanças para determinados aspectos da NdC investigados, com destaque para o eixo referente à metodologia científica. Certas concepções parecem estar profundamente enraizadas e não parece ser possível problematizá-las com facilidade¹¹.
- Embora a escolha dos episódios e sua construção tivessem sido deliberadamente orientadas do ponto de vista epistemológico, a abordagem usada no curso foi apenas *implícita*, ou seja, os elementos de natureza da ciência não foram explicitados nas discussões e textos trabalhados por nós. O pouco sucesso do curso em modificar as concepções dos sujeitos, acrescido do desejo manifesto de uma parcela significativa deles em responder novamente ao questionário após a explicitação desses tópicos na exposição final, apontam fortemente para a importância das *abordagens explícitas*

¹⁰ Embora, obviamente, esse seja um fator explicativo relevante, não podemos esquecer que a maioria dos sujeitos já havia cursado ao menos uma disciplina de caráter histórico-filosófico no curso de licenciatura.

¹¹ Há, aqui, certo paralelismo com as chamadas “concepções alternativas” que, no campo do conhecimento conceitual, também resistem às mudanças e potenciais conflitos cognitivos, como atestou a ampla bibliografia da área de ensino de ciências das últimas décadas do século XX. No caso das concepções sobre aspectos da NdC, certamente as experiências prévias (escolares e de outros contextos sociais) dos indivíduos contribuem para essa resistência, assim como a representação da ciência presente na sociedade, em geral, e na mídia, em particular.

em propostas de cursos e intervenções didáticas que visem aprimorar concepções de professores e estudantes acerca da natureza da ciência¹².

4. Fechamento

Com relação às dificuldades e obstáculos relativos ao trabalho com a HFC no ensino e na formação de professores, a maioria de nossas conclusões já foram apontadas ao longo do texto.

Neste “fechamento”, é oportuno dizer, ainda, que, em relação ao uso didático da HFC somos levados a crer que estamos superando, na prática, o “por que fazer?” e avançando nas respostas ao “como fazer?”. Experiências tem se acumulado nessa direção e pesquisas sobre elas também, como evidenciam muitos outros estudos em anos recentes, que tem desenhado materiais e estratégias didáticas para o ensino de ciências com HFC e discussões acerca da NdC (p.ex.: ALLCHIN, 1997; HEERING, 2000; HÖTTECKE, 2000; GUERRA; REIS; BRAGA, 2004; METZ et al., 2007; MCCOMAS, 2008; FORATO, 2009, entre outros).

Acreditamos que o uso de episódios históricos com abordagens explícitas sobre tópicos de NdC pode ser uma boa estratégia para a superação de algumas das dificuldades relatadas neste trabalho. “Mesclar” abordagens histórico-filosóficas baseadas no uso de textos com outras estratégias (tais como uso de experimentos, debates, teatro, simulações etc.) pode ser relevante. Mas, certamente, isso não basta. Há uma longa estrada a ser construída – em termos teóricos e práticos – para se evitar os fossos apontados neste trabalho. Se é preciso investir na criação de materiais, é ainda mais necessário investir no *uso* desses materiais, no planejamento de unidades didáticas e de intervenções em sala de aula que possam ser avaliadas em termos da pesquisa em ensino de ciências. Transformar o *saber* da HFC em *saber a ser ensinado* ainda é um desafio. Nessa transição (de “conteúdo” a “conteúdo-estratégia”) o debate metodológico é fundamental.

O que fazer com os cursos de formação inicial? Qual *modelo* de inserção de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico é mais adequado? O que fazer quando o restante do curso desconstrói paulatinamente, muitas vezes, o que se pretende com um curso de

¹² O que está de acordo com outros resultados da literatura sobre NdC e ensino (p.ex. LEDERMAN, 2007).

HFC? Sem uma abordagem explícita da Filosofia da Ciência, haverá aprendizagem efetiva de aspectos importantes da natureza da ciência?

Deve-se levar em conta, também, que os professores e futuros professores das áreas de Ciências Naturais não são nem serão, via de regra, historiadores da ciência. Isso traz implicações para o tipo de inserção e a profundidade com que se pretende trabalhar elementos de HFC, nos diversos níveis de ensino. Que concessões estamos dispostos a fazer?

Por fim, cabe destacar que, além do desenvolvimento de melhores cursos de formação inicial e continuada de professores, temos que estabelecer um diálogo mais profícuo e sistemático entre pesquisadores de diferentes áreas: Educação, Ensino de Ciências, História da Ciência, Filosofia etc. (com reconhecimento *mútuo* das especificidades de cada área). Somente desse modo poderemos avançar na perspectiva de uma educação *pela* ciência e *sobre* a ciência, dada a complexidade que envolve a dinâmica das salas de aula, os processos de ensino-aprendizagem e as interações professor-aluno.

Referências

AAAS – AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. **Science for all Americans**. New York: Oxford University Press, 1990.

ADÚRIZ-BRAVO, A. **¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias?** Una cuestión actual de la investigación didáctica. 2006. Disponível em: <http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/>. Acessado em: 21 de Março, 2008.

ALLCHIN, D. Rekindling Phlogiston: from classroom case study to interdisciplinary relationships. **Science & Education**, Dordrecht, v.6, p.473-509, 1997.

BRASIL, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) – Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, Brasil: MEC/SEB, 2000.

BRASIL, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, Brasil: MEC/SEB, 2006.

CAMPANARIO, J.M. Ventajas e inconvenientes de la historia de la ciencia como recurso en la enseñanza de las ciencias. **Revista de Enseñanza de la Física**, Rosario, v.11, n.1, p.5-14, 1998.

CARVALHO, A.M.P. & GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo, Brasil: Cortez, 1998.

COLOMBO DE CUDMANI, L.; SALINAS DE SANDOVAL, J. ¿Es importante la epistemología de las ciencias en la formación de investigadores y de profesores en Física?. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.22, n.3, p.455-462, 2004.

DRIVER, R.H., ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E.F., & SCOTT, P. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. **Educational Researcher**, Washington, v.23, n.7, p.5-12, 1994.

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

EL-HANI, C.N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C.C. (Ed.) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, pp. 3-21.

FERNÁNDEZ, I., GIL-PÉREZ, D., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.20, n.3, p.477-488, 2002.

FORATO, T.C. de M. **A Natureza da Ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009. 420f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GALILEI, G. **Duas Novas Ciências**. 2. ed.. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins; São Paulo: Nova Stella, 1988.

GALILEI, G. **Diálogo entre os dois máximos sistemas do mundo: ptolomaico e copernicano**. 2. ed. São Paulo: Discurso Editorial / Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.11, n.2, p.197-212, 1993.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I.F.; ALÍS, J.C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

GUERRA, A.; REIS, J.C.; BRAGA, M. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.21, n.2, p.224-248, 2004.

HEERING, P. Getting shocks: teaching secondary school physics through history. **Science & Education**, Dordrecht, v.9, n.4, p.363-373, 2000.

HÖTTECKE, D. How and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. **Science & Education**, Dordrecht, v.9, n.4, p.343-362, 2000.

HÖTTECKE, D. & SILVA, C.C. Why implementing History and Philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, Dordrecht, v.20, n.3-4, p.293-316, 2011.

KOYRÉ, A. **Estudos Galilaicos**. Lisboa, Portugal: Publicações Dom Quixote, 1986.

LABURU, C.E. ; CARVALHO, M. **Educação científica: controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico**. Londrina: Eduel, 2005.

LEDERMAN, N.G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n.4, p.331-359, 1992.

LEDERMAN, N.G. Nature of science: past, present and future. In: ABELL, S.K., & LEDERMAN, N.G. (Eds.). **Handbook of research on science education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007, p. 831-879.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas v.20, n.2, e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, p.168-193, 2003.

MARÍN MARTÍNEZ, N.; SOLANO MARTÍNEZ, I.; JIMÉNEZ GÓMEZ, E. Tirando el hilo de la madeja constructivista. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.17, n.3, p.479-492, 1999.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.24, n.1, p.112-131, 2007.

MARTINS, R.A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C.C. (Ed.) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. xvii-xxx.

MATTHEWS, M. History, philosophy, and science teaching: the present rapprochement. **Science & Education**, Dordrecht, v.1, n.1, p.11-48, 1992.

MATTHEWS, M. Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.12, n.1, p.79-88, 1994a.

MATTHEWS, M. **Science Teaching: the role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994b.

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

METZ, D., KLASSEN, S., MCMILLAN, B., CLOUGH, M., & OLSON, J. Building a foundation for the use of historical narratives. **Science & Education**, Dordrecht, v.16, p.313-334, 2007.

NC – THE NATIONAL CURRICULUM. **Secondary curriculum key stages 3 & 4**. 2007. Disponível em: <http://curriculum.qcda.gov.uk/>. Acessado em: 15 de Junho, 2010.

OGBORN, J. Constructivist metaphors of learning science. **Science & Education**, Dordrecht, v.6, p.121-133, 1997.

PEDUZZI, L.O.Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. (Ed.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 151-170.

PEREIRA, G.J.S.A. & MARTINS, A.F.P. A inserção de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico no currículo dos cursos de licenciatura em Física e em Química da UFRN: uma

análise comparativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.28, n.1, p.229-258, 2011.

POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W., & GERTZOG, W.A. Accommodation of a Scientific Conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v.66, n.2, p.211-227, 1982.

SANTOS, M.E. **A cidadania na “Voz” dos Manuais Escolares**. Lisboa: Livros Horizonte, 2001.

SHULMAN, L.S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Washington, v.15, n.2, p.4-14, 1986.

ZANETIC, J. **Física também é Cultura**. 1989. 160f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ANEXO

TERCEIRO ESTUDO – 1º QUESTIONÁRIO

1. Que objetivos ou finalidades tem a ciência, no seu ponto de vista?
2. As leis ou princípios científicos, uma vez estabelecidos, são verdadeiros e definitivos.
Você concorda com essa afirmação? Explique.
3. É correto afirmar que toda investigação científica começa pela observação sistemática do fenômeno a ser estudado? Justifique sua resposta.
4. Você acha que os cientistas, em seu trabalho, seguem um método definido? Argumente.
5. O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos?
 - Se sim, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição.
 - Se não, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição.
6. “Observação de fatos, elaboração de hipóteses, comprovação experimental das hipóteses, conclusões, generalização”: você concorda que a ciência produz conhecimento seguindo necessariamente essa sequência?

TERCEIRO ESTUDO – 2º QUESTIONÁRIO

1. O que podemos aprender sobre o desenvolvimento científico a partir da história da construção do princípio da inércia?
2. A história da definição da aceleração uniforme, por Galileu, aponta momentos de “erros e acertos” na construção de sua teoria do movimento. Em sua opinião, esses elementos poderiam ajudar ou atrapalhar os alunos do ensino médio na construção de uma imagem adequada de ciência? Argumente.
3. Qual o papel da observação, dos experimentos e da teoria no trabalho de Galileu?
4. Você consegue identificar o emprego de um “método científico rígido” no trabalho de Galileu? Justifique sua resposta.
5. Tendo como pano de fundo parte da história da mecânica, abordada nesse curso, discuta a afirmação atribuída a Newton: “Se longe enxerguei é porque estive apoiado em ombros de gigantes”.

Enviado em Dezembro/2011

Aprovado em Abril/2012