

A HISTÓRIA E A FILOSOFIA DA CIÊNCIA EM UMA DISCIPLINA DE EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS DA FÍSICA

THE HISTORY AND THE PHILOSOPHY OF SCIENCE IN ONE DISCIPLINE OF EVOLUTION OF THE CONCEPTS OF THE PHYSICS

Ana Carolina Staub¹

¹UFSC/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, anacarolina2512@yahoo.com.br

Resumo

O presente artigo discute a aplicação e avaliação do texto *A Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução da Óptica* na disciplina Evolução dos Conceitos da Física do Curso de Física da Universidade Federal de Santa Catarina. Nesse sentido, busca analisar a pertinência e as possíveis contribuições da abordagem histórico-filosófica no estudo da ciência óptica em um contexto específico. A pesquisa contou com um questionário, entrevistas semi-estruturadas e observação livre que permitiram evidenciar o posicionamento dos alunos sobre a presença da filosofia da ciência em uma disciplina de Evolução; a articulação entre a história da óptica e a epistemologia de Bachelard; a clareza dos temas da filosofia bachelardiana abordados no texto; a pertinência de discussões sobre as analogias na ciência e no ensino e, por fim, as dificuldades encontradas no texto com possíveis críticas e sugestões.

Palavras-chave: História da Óptica; Epistemologia Bachelardiana; Evolução dos Conceitos da Física, formação crítico-reflexiva.

Abstract

The present article argues the application and evaluation of the text 'The Historical Philosophy of Bachelard in the Study of the Evolution of the Óptica` in disciplines Evolution of the Concepts of the Physics of the Course of Physics of the Federal University of *Santa Catarina*. In this direction, it searches to analyze the relevancy and the possible contributions of the description-philosophical boarding in the study of optic science in a specific context. The research counted on a questionnaire, half-structuralized interviews and free comment that had allowed to evidence the positioning of the pupils on the presence of the philosophy of science in one disciplines of Evolution; the joint enters the history of the optics and the philosophy of Bachelard; the clarity of the boarded subjects of the bachelardian philosophy in the text; the relevancy of quarrels on the analogies in science and education and, finally, the difficulties found in the text with possible critical and suggestions.

Keywords: History of the Optics; Bachelardian Philosophy; Evolution of the Concepts of the Physics, critical formation.

INTRODUÇÃO

O diálogo entre a história e a filosofia da ciência, no ensino de ciências naturais, pode contribuir para uma análise mais crítica da natureza e construção do conhecimento científico, propiciando um contraste com a imagem do “senso comum”, que defende uma espécie de história factual e cronológica (ZANETIC, 1989). A história da ciência possui distintas interpretações, resultado das convicções teóricas de quem a descreve. A idéia de neutralidade normalmente disseminada nos relatos de episódios históricos em livros didáticos, e mesmo no discurso de professores no ensino de ciências, corrobora uma visão distorcida da ciência, que insiste em divisar o sujeito do objeto de conhecimento (EL-HANI et al., 2004; SILVEIRA, 2003; BAHIA, 2001).

Como apresentam diversas pesquisas (ZIMERMANN; BERTANI, 2003; GIL-PÉREZ et al., 2001) a visão de ciência e ensino de professores de ciências podem intervir em suas estratégias e práticas didáticas, repercutindo significativamente na estruturação e pensamento do aluno.

Nesse sentido, enfatiza-se a pertinência de articular discussões de natureza histórico-filosófica à formação inicial e continuada de professores, para que não reproduzam em sala de aula uma visão positivista da ciência (STAUB; PEDUZZI, 2007).

De fato, alguns cursos de Licenciatura em Física reservam uma disciplina à história da física, discorrendo sobre a evolução e desenvolvimento das idéias, conceitos e teorias dessa ciência. Esta história, articulada à filosofia da ciência, pode dar suporte a reflexões acerca da evolução da pesquisa científica. Contudo, será que discussões de natureza epistemológica permeiam o desenvolvimento dessa disciplina? (STAUB; PEDUZZI, 2003)

O curso de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, por exemplo, apresenta a disciplina *Evolução dos Conceitos da Física*, que aborda a história da física resgatando as raízes de conceitos, idéias e teorias desde a Antiguidade Clássica, ilustrando as concepções de mundo dos gregos, até as concepções do presente. Como o curso de Física não possui nenhuma disciplina de Epistemologia da Ciência, cabe a disciplina *Evolução dos Conceitos da Física* suprir, ao menos em parte, esta lacuna. Uma disciplina com este perfil em um curso de formação inicial e continuada de professores de ciências, e de física em particular, torna-se essencial para discutir criticamente a história da ciência, possibilitando um espaço que deve, necessariamente, ser explorado para caracterizar dimensões da ciência em geral distorcidas na educação científica e tecnológica.

Com base nisso, foi desenvolvido, aplicado e avaliado o texto *A Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz*¹ na disciplina *Evolução dos Conceitos da Física* do Curso de Física da Universidade Federal de Santa Catarina em 2004. O texto explora um diálogo entre conceitos da epistemologia histórica de Gaston Bachelard, priorizando as discussões apresentadas em sua obra *La Actividad Racionalista de la Física Contemporanea* (1979), e a história da óptica. O presente artigo discute a aplicação e avaliação do texto, buscando analisar a pertinência e possíveis contribuições da abordagem histórico-filosófica no estudo da ciência óptica em um contexto específico.

METODOLOGIA DA PESQUISA

O texto foi avaliado sob a forma de um questionário, entrevistas semi-estruturadas e observação livre (TRIVIÑOS, 1987; LUDKE & ANDRÉ, 1986). Os instrumentos para coleta de dados foram aplicados após a implementação do texto com o objetivo de identificar a receptividade e possíveis influências do texto.

¹ Apresenta-se um quadro-síntese do texto em anexo. O texto é explorado em artigo anterior (STAUB; PEDUZZI, 2007).

O Questionário² contou com seis perguntas, sendo encaminhado aos alunos em sala de aula, destinando-se uma aula-faixa para respondê-lo, com a possibilidade de finalizá-lo em casa. O questionário configurou-se como um dos critérios de avaliação adotado na disciplina, tendo em vista também estimular o desempenho em suas respostas.

As entrevistas foram realizadas individualmente e duraram cerca de 30 minutos cada. Disponibilizou-se quatro aulas (de cinquenta minutos cada) para sua realização, privilegiando alunos que trabalhavam no período diurno. Com os demais alunos, as entrevistas realizaram-se em horários extra-classe. O objetivo das entrevistas foi o de complementar e esclarecer possíveis lacunas deixadas pelo questionário e pelas observações em sala de aula.

A observação livre, realizada em sala de aula, também compôs o quadro metodológico da pesquisa, configurando-se um instrumento secundário. Contudo, relevante para a compreensão do contexto da disciplina Evolução dos Conceitos da Física, cenário onde se desenvolveu a pesquisa. Nestes termos, a observação permitiu traçar o perfil e as características da turma; identificar a abordagem dos conteúdos dada pelo professor; o interesse dos alunos; a metodologia adotada; o sistema de avaliação, enfim, o contexto de implementação do material instrucional. O registro das observações foi realizado a partir de gravações em áudio e anotações feitas pela pesquisadora em sala de aula.

PERFIL DA DISCIPLINA EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS DA FÍSICA: CONTEXTO DA PESQUISA

A disciplina de Evolução contou com uma turma constituída por catorze alunos (8 cursando Licenciatura e 6 Bacharelado em Física). A abordagem dos conteúdos priorizou questionamentos críticos sobre a gênese e desenvolvimento da ciência. Quanto ao sistema de avaliação contou com a participação dos alunos nas discussões suscitadas em aula, levantando dúvidas ou críticas; apresentação de seminários, pelos alunos, sob tópicos específicos da matéria e o questionário da pesquisa.

O programa da disciplina explícita, com clareza, os conteúdos a serem trabalhados:

a) A evolução da cosmologia e da mecânica (Cosmologia na Grécia Antiga; A astronomia ptolomaica; A astronomia e a mecânica na Idade Média; A inovação copernicana; As contribuições de Brahe, Kepler, Galileu e Descartes; A síntese newtoniana e a visão de natureza; As críticas à mecânica newtoniana: de Berkeley a Mach; As teorias da relatividade e cosmologia moderna);

b) A evolução das idéias sobre luz, eletricidade e magnetismo (Teorias sobre luz e visão: de Platão a Descartes; Os modelos corpuscular e ondulatório para a luz; A eletricidade como fluido; Os campos elétrico e magnético; A luz como onda eletromagnética; O efeito fotoelétrico e a dualidade onda-corpúsculo);

c) A evolução das idéias sobre calor e constituição da matéria (O calor como fluido; Calor, termodinâmica e conservação da energia; A teoria cinética da matéria e a mecânica estatística; A estrutura dos átomos e a física quântica).

APLICAÇÃO DO TEXTO “A EPISTEMOLOGIA HISTÓRICA DE BACHELARD NO ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA ÓPTICA: AS CONTROVÉRSIAS ACERCA DA NATUREZA DA LUZ”

O texto foi aplicado pela pesquisadora na metade da disciplina de Evolução e contou com um conjunto de 8 aulas designadas por **Módulo da História da Óptica**, incluindo aulas destinadas ao questionário e às entrevistas. A metodologia adotada seguiu o mesmo formato

² Em anexo.

adotado até então na disciplina: leitura prévia dos textos e discussões em sala de aula conduzidas pela pesquisadora, tendo em vista priorizar aulas dialogadas. O professor da disciplina acompanhou todas as aulas, contribuindo com comentários, perguntas, suscitando discussões. A história da óptica apresentada no livro *Origens e Evolução das Idéias da Física* (ROCHA et al., 2002) subsidiou as discussões que precederam a implementação do texto *A Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz*.

Apresenta-se a seguir, em detalhes, o contexto de aplicação do texto:

AULA 1: Configurou-se em um seminário ministrado pela pesquisadora para a caracterizar a aplicação do texto, apresentando também uma discussão sobre: os pressupostos teóricos que conduziram o desenvolvimento do texto; objetivos centrais da abordagem histórico-filosófica no estudo da natureza da luz; as críticas da moderna filosofia da ciência à imagem empírico-indutivista da ciência e; uma breve apresentação das distintas visões da epistemologia contemporânea acerca da história da ciência.

AULAS 2 E 3: Compreenderam as discussões da história da óptica apresentadas no livro *Origens e Evolução das Idéias da Física* (ROCHA et al., 2002).

AULAS 4 E 5: Destinaram-se à discussão do texto *A Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz*.

AULA 6: Destinou-se à aplicação do questionário.

AULAS 7 E 8: Corresponderam às entrevistas.

ANÁLISE DOS DADOS

O critério que conduziu a análise dos dados priorizou os seguintes aspectos: posicionamento crítico, clareza e encadeamento lógico de idéias, firmeza nas convicções defendidas e coerência nos argumentos utilizados. Com base nos objetivos da pesquisa, procurou-se considerar todos os alunos da turma de 2004/1³. Contudo, alguns estudantes não se manifestaram satisfatoriamente ao longo de todo questionário e entrevista, conforme os aspectos explicitados, especialmente em função da falta de clareza em suas considerações veiculadas a estes instrumentos de coleta de dados. Nesse sentido, a ênfase em relação a alguns alunos, em particular, deve-se essencialmente às ricas contribuições de suas respostas ao questionário e comentários críticos tecidos na entrevista.

Explora-se a seguir uma síntese dos aspectos enfatizados pelos estudantes em suas respostas ao questionário e às entrevistas, destacando-se: a presença da história e da filosofia da ciência em uma disciplina com este perfil e, em particular, a articulação entre a história da óptica e a epistemologia bachelardiana; a clareza com que se encontram abordados no texto os temas da filosofia histórica de Bachelard; o papel das analogias na ciência e no ensino e, por fim, as dificuldades encontradas no texto com possíveis sugestões e críticas gerais.

³ Os alunos foram designados por Aluno 1 (B); Aluno 2 (L); Aluno 3 (B); Aluno 4 (B); Aluno 5 (L); Aluno 6 (L); Aluno 7 (L); Aluno 8 (B); Aluno 9 (L); Aluno 10 (B); Aluno 11 (B); Aluno 12 (L); Aluno 13 (L); Aluno 14 (L).
(B) Bacharelado; (L) Licenciatura

SOBRE A HISTÓRIA E A FILOSOFIA DA CIÊNCIA EM UMA DISCIPLINA DE EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS DA FÍSICA

De acordo com as respostas dos 14 alunos foi possível constatar a clareza na idéia de que os episódios históricos não existem objetivamente, constituindo-se livres e independentes da interpretação do historiador. Nesse sentido, o papel da filosofia da ciência no estudo da evolução do conhecimento científico revela-se primordial para os alunos, à medida que intenta promover uma reflexão-crítica acerca do conhecimento histórico adquirido. Nestes termos, ressaltam a pertinência da articulação entre a história e a filosofia da ciência em uma disciplina de Evolução dos Conceitos da Física. As respostas a seguir ilustram este consenso:

Segundo o aluno 1, a história em geral e da ciência em particular está impregnada das convicções teóricas de quem a descreve. Logo, distintas interpretações permeiam a análise de um episódio histórico:

Ao estudar a história da ciência, ou qualquer outra talvez, é inevitável fazê-lo à luz das concepções daquele que a transmitiu. Também é inevitável entender a história sob nossas próprias concepções. Logo, deve existir um posicionamento filosófico por parte do `historiador`. Aprende-se na atividade científica que existem várias maneiras de se abordar um problema. Além disso, não se espera que alguém `reinvente a roda` toda vez que um problema aparecer. Quero dizer com isso que aquele que deseja analisar a história de nossa ciência de forma crítica, deve fazê-lo com um posicionamento filosófico, e necessariamente deve conhecer os posicionamentos daqueles que vieram antes.

O aluno 2 realça a importância de veicular algumas trajetórias históricas da física, como a óptica, à filosofia da ciência. Conforme destaca, os desafios desse empreendimento, em virtude fundamentalmente do tempo disponível em uma disciplina de Evolução dos Conceitos da Física, encorajam uma reflexão sobre os objetivos inerentes ao estudo da ciência na perspectiva do bacharelado e licenciatura em Física:

O estudo sobre o processo de produção e de legitimação do conhecimento científico – epistemologia – presente nos objetivos da disciplina fica mais claro quando o conteúdo é abordado de uma forma mais crítica como defende Bachelard, sendo assim, a filosofia da ciência torna-se relevante na disciplina. Esta análise histórica feita à luz da filosofia da ciência enriqueceu e muito minhas concepções a respeito das teorias abordadas. Imagino que se mais seções fossem abordadas desta forma, ter-se-ia mais espaço para análises e discussões sobre os trabalhos de outros filósofos da ciência tão relevantes quanto Bachelard. Claro que, se cada texto usado no decorrer do curso fosse abordado desta forma, não teríamos tempo para trabalhar todo o conteúdo. Isso pede uma reflexão sobre a formação do profissional em ciência. Seja ele bacharel ou licenciado, ambos deveriam saber mais sobre a construção da ciência que estudaram e que alguns continuarão estudando. Sendo assim, torna-se necessário mais espaço em um curso de formação científica, em nível de graduação, para uma abordagem histórica e também filosófica da ciência.

O aluno 3 é bastante incisivo quando afirma que:

[...] uma abordagem histórica puramente factual não existe. Mesmo nas mais monótonas tentativas de se listar datas e personagens, já está embutida uma parcialidade, uma visão de mundo, um viés histórico. Assim como a ciência, a história não consegue se livrar do sujeito que a faz. Assim como as leis da natureza não estão simplesmente por aí prontas para serem observadas, os acontecimentos também não são tão simples assim de serem enxergados. Basta abrir dois jornais quaisquer e notar as diferentes ênfases que são dadas aos mesmos fatos do dia anterior. E isso foi ontem! Portanto, nada melhor do que estar ciente de que a história é uma das invenções da cultura humana e, como tal, terá tantas versões quanto pudermos criar. E nada melhor do que usar a filosofia da ciência para confrontar estas versões. Pelo menos confrontá-las. Retirar esta reflexão sobre a física, a metafísica, seria de certa forma desonesto. Não há outra forma de se trabalhar este assunto, uma vez em que ele é visto à luz da filosofia da ciência. Esta reflexão é essencial para a disciplina.

O consenso evidenciado nas respostas dos alunos sobre a relevância da abordagem histórico-filosófica da ciência não compreendeu uma contribuição específica do texto *A Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz*. De acordo com a ênfase dada pelo professor da disciplina ao papel das convicções teóricas do historiador ao interpretar um episódio histórico, e nesta perspectiva, as várias vertentes filosóficas da ciência, pode-se pressupor que a disciplina desempenhou significativo papel nas considerações delineadas, contribuindo para sua maior receptividade e compreensão. Como o texto destinou um segmento específico para discutir aspectos gerais sobre as visões da ciência e de seu desenvolvimento histórico; e o módulo da óptica contempla uma aula específica ([aula 1](#)) sobre a pertinência da história e da filosofia da ciência, o módulo da óptica reforçou e ampliou esse debate.

O contexto em que foi implementado o texto desempenhou importante papel na sua receptividade. Os alunos do bacharelado em física declaram em momentos diversos da entrevista que a disciplina de Evolução dos Conceitos da Física é a única do currículo que abrange uma discussão de natureza teórica, de inegável valor para uma reflexão crítica do conhecimento adquirido. Caso a aplicação do texto ocorresse no início da disciplina, possivelmente os resultados se modificariam, em virtude da ausência de subsídios teóricos para seu melhor entendimento crítico.

As observações críticas dos alunos sinalizam a necessidade de discutir propostas que defendam a inclusão nos currículos de Física de uma disciplina que encerre em seu programa e ementa a dimensão epistemológica do conhecimento científico, a fim de possibilitar um estudo mais detalhado da moderna filosofia da ciência. As considerações dos alunos encaminham igualmente a reflexões sobre propostas menos audaciosas, que não demandam uma reorientação e reorganização curricular, mas o desenvolvimento de novas pesquisas que ensejem estabelecer uma ponte entre determinada trajetória histórica da física e a filosofia da ciência em uma disciplina de evolução dos conceitos da física, levando em conta o tempo disponível.

SOBRE A ARTICULAÇÃO ENTRE A HISTÓRIA DA ÓPTICA E A EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA

As respostas dos alunos enfatizam a relevância da orientação epistemológica à luz de Bachelard no estudo da história da óptica. O expressivo destaque a alguns conceitos da filosofia histórica de Bachelard, explicita essa postura. De modo geral, também se constituiu traço comum nas considerações dos alunos sugestões acerca da elaboração e implementação de propostas que articulem referenciais epistemológicos distintos à história da óptica, e da física em geral, tendo em vista ilustrar o contraste de visões sobre a gênese e desenvolvimento da ciência. Dos 14

alunos que responderam essa questão, 6 tecem comentários sobre a primazia conferida a um epistemólogo particular no estudo da história da ciência. Destes, 4 enfatizam este aspecto no questionário e na entrevista; 1 destaca apenas na resposta ao questionário, enquanto o outro comenta somente em suas declarações na entrevista. Os fragmentos a seguir contemplam as idéias gerais dos alunos, explicitadas nestes dois instrumentos de coleta de dados:

A idéia de recorrência histórica chamou a atenção do aluno 1, que destacou este conceito no questionário como fundamental na epistemologia bachelardiana e indissociável da interpretação histórica da óptica, conforme apresenta em sua extensa argumentação:

É interessante notar que Bachelard acredita que devemos verificar a história da ciência tendo como referencial a ciência atual. Essa concepção, para mim, parece ser uma das mais importantes para interpretar a história da óptica. Que me perdoem os filósofos não cientistas, mas seria impraticável entender a sutileza do problema que se apresentou a Newton e a Huygens, sem o conhecimento atual. Eu li muito sobre a natureza dual da luz, mas só consegui entender o problema depois de ter que deduzir, no caso da dupla fenda, o aparecimento das franjas claras e escuras, usando como base o conhecimento de que o fenômeno é ondulatório. E depois descobrir, estudando o efeito fotoelétrico, que a luz tem comportamento de partícula. Guardada as devidas proporções, acredito que o sentimento de Newton ao ficar sabendo do fenômeno nomeado de difração, se reproduz naqueles que ainda hoje o ´descobre`. E ao entender esses fenômenos com a ciência atual, acredito ser possível entender a dificuldade de Newton em aceitar de todo a propriedade ondulatória da luz. Sejam sinceros, alguém, mesmo hoje, consegue visualizar as duas propriedades, ondulatória e corpuscular, agregadas num único ente?

O aluno 2 manifesta-se favorável à articulação entre os pressupostos básicos da filosofia histórica de Bachelard e a história da óptica, afirmando no questionário a objeção à imagem tradicional da ciência, a visão empírico-indutivista, como o núcleo central da epistemologia bachelardiana e evidência da pertinência dessa articulação:

Quando fizemos a análise do desenvolvimento das idéias da óptica, desde os antigos gregos até a mecânica quântica, percebemos que este desenvolvimento deu-se de maneira descontínua e não cumulativa, contrariando a visão empírico-indutivista e caracterizando os períodos de rupturas e descontinuidades defendidos por Bachelard. Esta característica faz parte, conforme enfatizado pelo texto, dos conceitos centrais da epistemologia bachelardiana, mostrando assim, a pertinência da epistemologia bachelardiana neste estudo. Outros conceitos estudados também se mostraram pertinentes no estudo do desenvolvimento da história da óptica, como a valorização do erro pensado, fruto do esforço do pensamento, no sentido de que um conhecimento se dá contra outro; a noção de recorrência histórica; o novo conceito de verdade, com caráter provisório; os obstáculos epistemológicos; as novas perspectivas da física contemporânea dando primazia ao papel do instrumental técnico no desenvolvimento das idéias científicas.

Embora não comente nesta questão específica a importância de tratar outras visões de ciência, na resposta à questão 1 o aluno 2 expõe essa preocupação, conforme analisado anteriormente:

(...) Imagino que se mais seções fossem abordadas desta forma, ter-se-ia mais espaço para análises e discussões sobre os trabalhos de outros filósofos da ciência tão relevantes quanto Bachelard...

Apesar da constante preocupação presente nas observações dos alunos no que se refere à abordagem histórica da óptica à luz de um filósofo da ciência em particular, fica claro, a partir das respostas ao questionário e da entrevista, que a imagem transmitida pelo texto e discussões em aula não foi a de que a epistemologia histórica de Bachelard constitui-se verdade única e absoluta.

Como se pode evidenciar, os alunos posicionam-se favoráveis ao encaminhamento histórico, tendo em vista a moderna filosofia da ciência. De acordo com o posicionamento geral dos mesmos, a filosofia da ciência ilumina e orienta a história da ciência. Assim, uma análise crítica do trabalho científico, fundada em uma epistemologia não positivista, deve acompanhar a disciplina de Evolução dos Conceitos da Física, a fim de desmistificar concepções equivocadas e distorcidas do trabalho científico. Contudo, tendo em vista as sinalizações dos alunos acerca da primazia conferida a um filósofo da ciência em particular, deve-se sempre enfatizar o contexto histórico no qual nasce o modelo teórico-epistemológico destacado, a fim de ilustrar que o referencial adotado se configura *uma* vertente filosófica entre outras tantas que compõe o quadro da moderna filosofia da ciência.

SOBRE A CLAREZA DOS TEMAS DA FILOSOFIA HISTÓRICA DE BACHELARD ABORDADOS NO TEXTO

Apresenta-se contemplada nas observações críticas de diversos alunos, a importância da articulação **texto-professor-aluno** na compreensão dos conceitos da epistemologia histórica de Bachelard. De modo geral, destacam que as discussões em sala de aula constituíram-se fundamentais, tendo em vista suprir dúvidas, em virtude essencialmente da falta de familiaridade com a filosofia da ciência.

A sala de aula configura-se um espaço dirigido ao debate, troca de idéias, conforme explicita o aluno 4, por exemplo. No caso do texto *A Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz*, as discussões complementaram a leitura prévia, conduzindo a novas reflexões e articulações, como por exemplo, uma breve explanação da epistemologia kuhniana, com ênfase à idéia de ruptura e descontinuidade no avanço da ciência. Como os modelos teóricos de Bachelard e Kuhn, no que se refere a não-linearidade da construção do conhecimento científico ilustram intersecções, este recurso, de acordo com os alunos, contribuiu significativamente para o entendimento da noção de ruptura na perspectiva bachelardiana.

Segundo o aluno 4, as dúvidas encontradas na leitura do texto ilustram o imprescindível valor das discussões em sala de aula. De acordo com as observações comentadas na entrevista ressalta que (...) *a questão da discussão em sala de aula é importante* porque quando (...) *você lê, você vai analisar do seu jeito*. Nesse sentido:

(...) ao entrar em contato com outros pensamentos, então você vai ter a oportunidade um, de você de fato consolidar o que você pensa, eu estou certo, eu vou defender a minha idéia, e se você estiver certo, ótimo, se você tem uma margem de dúvida, na hora da discussão, você ou retira esta sua dúvida, ou vai dar margem a algumas perguntas que vai te esclarecer melhor.

A explanação do aluno 4 evidencia o fundamental papel da **triade texto-professor-aluno** tanto no que se refere ao texto estudado *A Epistemologia Histórica de Bachelard no*

Estudo da Evolução da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz` quanto na leitura de outros textos.

De acordo com a apreciação crítica do aluno 1, os conceitos da epistemologia histórica de Bachelard apresentam-se com clareza. Explicita também a primordial relevância das intersecções estabelecidas em sala de aula entre o modelo de Bachelard e de Kuhn concernente à natureza e construção do conhecimento científico, especificamente as semelhanças e diferenças presentes na idéia de ruptura entre esses referenciais:

Realmente a maioria dos conceitos de Bachelard me pareceram bastante claros. Foi feito em sala de aula algumas comparações entre as concepções de Bachelard e de Kuhn. Esse recurso pareceu tornar mais clara a concepção de Bachelard a respeito da descontinuidade histórica. Talvez esse recurso pudesse ser usado no texto.

Durante a implementação do texto, constatou-se nas discussões em sala de aula resistência à idéia de ruptura, em virtude essencialmente da forma equivocada com que foi interpretada. Para alguns alunos, a noção de ruptura veiculava-se a um abandono completo de tudo que a ciência havia alcançado até então: como se as fontes de inspiração do cientista estivessem distanciadas de um contexto de discussão, e neste sentido, a partir da mente pura e limpa emergisse uma idéia iluminadora capaz de fazer germinar e crescer uma teoria científica, em um processo de caráter essencialmente individual.

SOBRE O PAPEL DAS ANALOGIAS NA CIÊNCIA E NO ENSINO

De maneira geral as respostas enfatizam a importância de estudar criticamente o uso das analogias. Grande parte dos alunos destaca a relevância de discutir a utilização desse recurso linguístico na produção do conhecimento científico. Outros destacam a importância de refletir sobre as analogias na gênese e desenvolvimento da ciência, e sua larga utilização como recurso didático, já que se configura uma ferramenta da linguagem e do próprio pensamento, inerente à cognição humana. O uso espontâneo de analogias e metáforas caracteriza o discurso em geral, assim os alunos destacam que a necessidade de veicular o caráter efêmero e provisório a essas figuras de linguagem evidencia o importante papel das reflexões suscitadas no texto à luz da epistemologia bachelardiana.

Ao discorrer sobre a importância de discutir o uso das analogias na ciência e ensino, o aluno 6 sugere no questionário que seria interessante um exercício sobre as analogias. Esclarece na entrevista que a proposta se realizaria com os alunos buscando analogias em outros segmentos históricos da física, estabelecendo assim as semelhanças e diferenças entre os conceitos estudados: análogo e alvo.

As discussões acerca do uso das analogias na ciência e no ensino são pertinentes e relevantes, pois permitem avaliar a importância e as limitações desta. No âmbito do ensino, a analogia pode ser uma ferramenta que auxilia no aprendizado. No entanto, o uso excessivo das analogias pode fazer com que estas, em vez de auxiliarem, dificultem o aprendizado. Por isso é importante a exposição de seqüências propostas para utilização das analogias. Devido a importância do uso das analogias, poderia ser proposta aos alunos da disciplina a realização de analogias em diversas áreas da Física. Para os futuros professores, isso seria muito relevante, pois vai auxiliá-los quando executarão sua prática docente, possibilitando o uso correto das analogias. O mesmo vale para os bacharelados, pois o uso das analogias não está restrito ao âmbito escolar.

Por outro lado, o aluno 10 atém-se a exemplos explorados pelo texto para enfatizar a importância de uma reflexão sobre as analogias e metáforas no âmbito da ciência. Observa que analisar essas questões contribui para conhecer melhor o valor desses recursos na construção de teorias científicas e os cuidados que devem estar presentes quando se intenta estabelecer correspondências entre domínios de gêneros distintos:

Discussões desta natureza são importantes na disciplina de evolução dos conceitos da física, à medida que mostram ao aluno o quanto analogias e metáforas foram ou não importantes no levante de teorias científicas. Mostra como analogias de novas teorias com conceitos formados ajudaram na sua interpretação e assimilação, como, por exemplo, comparar um feixe de luz com um feixe de partículas como fez Newton. No entanto tais analogias poderiam se tornar prejudiciais à medida que eram feitas entre fenômenos completamente diferentes. Discussões neste sentido enriquecem o entendimento de como as analogias ajudaram na ascensão de uma teoria e na discriminação de outra.

O aluno 11 enfatiza o papel das analogias para futuros pesquisadores e futuros professores, argumentando que entre os futuros profissionais em educação estarão vários pesquisadores. Assim, interpretar corretamente os limites de validade das analogias torna-se fundamental:

Acho de extrema relevância, pois este assunto trata da evolução dos conceitos que cada um de nós tem a respeito da Física. Querendo ou não, cada um de nós, bacharéis ou licenciados, vamos parar em uma sala de aula para ministrá-las. Sendo assim de fundamental importância que saibamos estes conceitos, para que possamos passar nosso conhecimento de uma forma mais correta.

É importante mencionar novamente que ao longo da disciplina de Evolução ilustrou-se exemplos do uso de analogias na natureza e construção do conhecimento científico, sem, contudo, destacar os cuidados no uso das analogias no âmbito científico, e igualmente no âmbito escolar. A ênfase aos limites de validade desses recursos lingüísticos foi propiciada nas discussões do texto *A Epistemologia Histórica de Bachelard e o Estudo da História da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz*, que destinou dois segmentos específicos a esse tema, contribuindo para uma visão mais crítica do uso das analogias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos mostraram-se bastante receptivos diante do estudo da história da óptica articulada à epistemologia bachelardiana. Com frequência, enfatizaram que a abordagem histórico-filosófica contribuiu para uma visão mais rica da gênese e desenvolvimento da ciência em geral, e da óptica física em particular. Além disso, destacaram que se deve destinar mais espaço no currículo a estudos dessa natureza, com ênfase inclusive a outras obras de Bachelard, e a outros filósofos contemporâneos da ciência.

Quanto à análise específica do texto, enfatizaram vários conceitos da epistemologia bachelardiana para ilustrar a pertinência do estudo histórico da óptica à luz deste referencial. Afirmaram a natureza descontínua da ciência como uma das características mais relevantes da filosofia de Bachelard. As discussões sobre o uso equivocado das analogias, metáforas e imagens na ciência e no ensino, foram igualmente citados como discussões importantes, principalmente na formação inicial de professores. Conforme destacaram, o estudo crítico das analogias e metáforas repercutiu diretamente na prática da sala de aula.

A constante preocupação sinalizada por alguns alunos quanto à necessidade de compatibilizar a abordagem histórico-filosófica em uma disciplina como a de Evolução, ou dedicar mais espaço nos currículos dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física a discussões dessa natureza encorajam novas pesquisas.

Neste trabalho procurou-se evidenciar a importância da presença da filosofia da ciência em uma disciplina que trata a história da física. Pode-se, em princípio, argumentar pelas dificuldades desse empreendimento, por exemplo, pela ausência, no currículo, de uma disciplina específica de filosofia da ciência. A objeção ou crítica é certamente válida, mas sem a sua superação fica-se com uma história meramente cronológica, acrítica, pobre, desorientada ou, conforme Lakatos, cega. A seleção de textos, em uma disciplina com o perfil histórico deve ser orientada para uma filosofia não empirista. A articulação texto-professor-aluno é vital neste empreendimento.

REFERÊNCIA

- BACHELARD, G. **La Actividad Racionalista de la Física Contemporanea**. Buenos Aires: Editorial Siglo Veinte, 1975. 269p.
- BAHIA, M. T. **O Empirismo nos Livros Didáticos: Um Convite ao Debate**. Florianópolis: UFSC. Pós Graduação em Ensino de Física. 2001 (Monografia de Especialização)
- EL-HANI, Charbel I.; TAVARES, Eraldo J. M.; ROCHA, Pedro L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n.3, 2004. p.1-27.
- GIL-PÉREZ, Daniel; FERNÁNDEZ, Isabel; CARRASCOSA, Jaime; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma Imagem não Deformada no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.
- LUDKE, Menga. & ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- ROCHA, José. F. et al. **Origens e Evolução das Idéias da Física**. Salvador: EDUFBA, 2002.
- SILVEIRA, Marcelo. Pimentel. **Uma Análise Epistemológica do Conceito de Substância em Livros Didáticos de 5ª e 8ª Séries do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- STAUB, Ana. C. M. & PEDUZZI, Luiz. O. Q. Diálogo entre História e Filosofia da Ciência em uma Disciplina de Evolução dos Conceitos da Física. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2003, Bauru, São Paulo, **Anais**.
- STAUB, Ana. C. M. & PEDUZZI, Luiz. O. Q. Contribuições da Epistemologia Bachelardiana no Estudo da História da Óptica. **Ciência & Educação**, Bauru, v.13, n.1, p. 99-126, 2007.
- TRIVIÑOS, Augusto. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.
- ZANETIC, João. **Física Também é Cultura**. São Paulo: USP, Pós Graduação em Educação. (Tese de Doutorado). 252 p., 1989.
- ZIMERMANN, Erika; BERTANI, Januária A. Um Novo Olhar sobre os Cursos de Formação de Professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 43-62, abr 2003.

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO

1 - No que se refere ao perfil da disciplina Evolução dos Conceitos da Física, a presença da abordagem histórica, à luz da filosofia da ciência, é relevante para ampliar reflexões e discussões? Ou afasta a disciplina de seu real objetivo, de natureza fundamentalmente histórica?

2 - Os conceitos da epistemologia bachelardiana são pertinentes para um estudo crítico-reflexivo da história da óptica?

3 - O texto 'A Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz' contempla vários aspectos da filosofia bachelardiana, como as rupturas e descontinuidades na evolução da óptica; a importância do erro, no sentido de que um conhecimento se dá contra outro; o novo conceito de verdade; a necessidade da superação dos obstáculos epistemológicos; e a noção de recorrência histórica; a nova visão da Física Contemporânea. Avalie a clareza com que se encontram abordados estes conceitos.

4 - O texto destaca o papel das analogias em alguns momentos da evolução da óptica, priorizando uma apreciação crítica do uso das analogias tanto no âmbito da ciência quanto no ensino. Examine a relevância dessas discussões no contexto da disciplina Evolução dos Conceitos da Física.

5 - Sugestões e críticas gerais sobre o texto "A Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz".

ANEXO 2 – ESTRUTURA DO TEXTO

