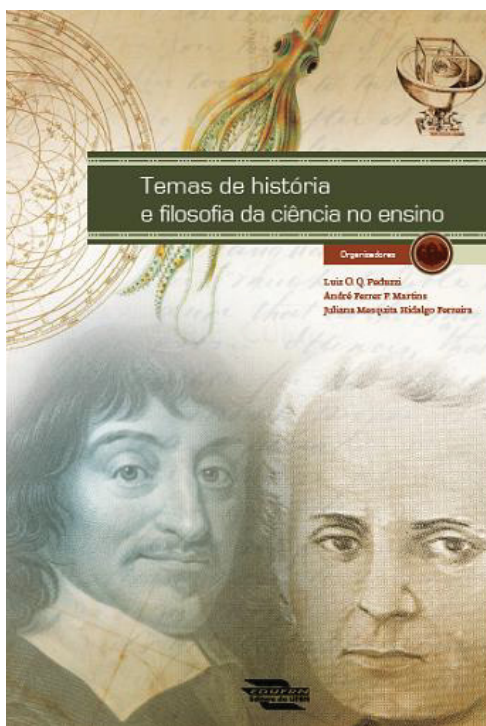

RESENHA

Temas de História e Filosofia
da Ciência no Ensino⁺

Luiz O. Q. Peduzzi, André F. P. Martins e Juliana M. H. Ferreira (Orgs.)
EDUFRN, 2012, 372 p
ISBN: 978-85-7273-885-9

Este livro nasceu, conforme indica seu prefácio, de uma parceria entre pesquisadores de dois programas de pós-graduação em ensino de ciências das universidades federais do Rio Grande do Norte e de Santa Catarina. Dois dos organizadores deste livro, André Ferrer P. Martins e Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira, representam o primeiro programa enquanto Luiz O. Q. Peduzzi representa o segundo. Vinte e três pesquisadores brasileiros de instituições públicas federais e estaduais, e um pesquisador português – historiadores, filósofos e educadores da ciência – são os autores de catorze capítulos que, de diferentes formas, conteúdos e visões de mundo, tratam do uso da *História e da Filosofia da Ciência (HFC)* no ensino de ciências – Biologia, Fís-



⁺ History Themes and Philosophy of Science in Education

sica e Química – tanto no ensino superior quanto na educação básica.

Após ter terminado a leitura, tive a clara certeza de que este livro é um bom filhote de um *Casadinho* perfeito entre essas duas importantes universidades federais.

No primeiro capítulo, *Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de Física*, Elder Sales Teixeira, Ileana Maria Greca e Olival Freire Jr. informam que encontraram cento e sessenta artigos relacionados com o uso didático da história e da filosofia da ciência nas revistas: *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* e *Enseñanza de las Ciencias*. O levantamento geral de publicações nessas revistas permitiu que os autores apresentassem uma visão geral do crescimento do uso de HFC no ensino de ciências desde 1980. Se na década de 1980 o número desses artigos era de apenas 12, na primeira década deste século esse número atingiu a expressiva marca de 101 artigos. Do total de 160 artigos, 106 são voltados ao ensino de Física e destes, apenas 14, ou seja, 9% do total, lidam com a *intervenção efetiva em sala de aula*, objeto de estudo principal deste trabalho. Esses 14 artigos foram submetidos a uma análise detalhada que permitiu caracterizá-los por assunto, objetivos, tipo de utilização de HFC, nível e estratégia de ensino, desenho da pesquisa e levantamento de conhecimentos prévios. Cabe destacar que todos esses trabalhos usavam narrativa histórica, alguns incluindo textos originais, por conta disso todos também fizeram uso da história da ciência e oito incluíram, também, a filosofia da ciência na sua intervenção em sala de aula. Ao final de seu artigo, os autores destacam algumas recomendações relevantes, como a de que

(...) a comunidade de pesquisadores da área deve investir na realização de intervenções visando a implementar o uso de HFC no Ensino de Ciências (em particular de Física), tornando-as objetos de investigação, para que se possa ter uma melhor compreensão da sua eficácia em situações reais de sala de aula (p. 33).

No capítulo seguinte, Rilavia Almeida de Oliveira e Ana Paula Bispo da Silva apresentam, na primeira parte de seu texto, diferentes concepções de historiadores e filósofos da ciência sobre as abordagens internalista e externalista da história da ciência. Embora as autoras enfatizem que deva haver um equilíbrio entre as duas abordagens no ensino da ciência, para assim oferecer uma melhor compreensão da natureza da ciência aos estudantes, creio que o texto delas apresenta um olhar um tanto depreciativo da abordagem externalista. Considero tam-

bém equivocado atribuir a Thomas Kuhn o surgimento da abordagem sociológica da ciência (p. 44). Na segunda parte do artigo, com base em um estudo historiográfico, as autoras analisam trabalhos envolvidos com a história da ciência e a natureza da ciência apresentados nos eventos tradicionais de ensino de Física, o Simpósio Nacional de Ensino de Física e o Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, no período compreendido entre 2000 e 2009. Dos 125 trabalhos selecionados, elas analisaram apenas 26, que tiveram alguma intervenção prática de utilização da história da ciência em sala de aula. Entre suas conclusões, destaca-se o fato de que oito desses trabalhos optaram pelo uso da história externalista e apenas dois por uma abordagem internalista.

Qual história e qual filosofia da ciência são capazes de melhorar o ensino de Física? Essa é a pergunta que Jenner Barreto Bastos Filho procura responder ao longo do terceiro capítulo do livro. Ele destaca que, nas últimas décadas, já se tornou usual recomendar-se a utilização da história e da filosofia da ciência para a melhora do ensino de Física. Com base em ponderações de Roberto Martins e advertências de A. C. Crombie, em particular acerca *do perigo do anacronismo, ou seja, pela tentação de se interpretar feitos do passado à luz das teorias presentes* (p. 68), Jenner problematiza os cuidados que o professor de Física deve ter, ao preparar suas aulas, para construir uma inserção histórico-filosófica séria e judiciosa que favoreça uma educação científica que compreenda, além dos aspectos cognitivos necessários, os valores e as atitudes úteis na vida pessoal e em sociedade. Na sequência, Jenner dialoga com a reconstrução racional da história da ciência, recomendada por Imre Lakatos, e nessa perspectiva discute três exemplos envolvendo a trajetória parabólica de Galileu, a lei de Coulomb da eletrostática e a equação de Ampère-Maxwell que o levam à proposição de certos *atalhos cognitivos*, que se constituem em uma espécie de transposição didática chevallardiana. O autor sugere que o professor de Física que não é historiador da ciência nem filósofo da ciência terá de utilizar esses *atalhos cognitivos* que contemplem tanto a história quanto a filosofia da ciência.

No capítulo 4, *Os modelos investigativos atuais no ensino da Física e o recurso à história e filosofia da ciência*, o físico e educador português Jorge Valadares aborda diversas estratégias de ensino pautadas pelo que ele denomina **princípio do pluralismo metodológico** (p. 91). O uso dos modelos investigativos por ele analisados no seu artigo, alicerçados na utilização da história e da filosofia da ciência, tem o triplo objetivo de ensinar física, sobre a Física e por meio da Física. Ele sustenta sua argumentação, que estaria presente nos seus mais de quarenta anos de ensino da Física, com base nas propostas construtivistas da década de 1990, na aprendizagem significativa ausubeliana, na crítica ao conteudismo, na importância

ao conhecimento prévio dos alunos, nas estratégias transdisciplinares, entre outras. Na parte final de seu artigo, Valadares apresenta uma longa lista estabelecendo paralelos entre concepções alternativas de alunos e concepções históricas. O autor apresenta um longo anexo propondo atividades baseadas em textos históricos originais que seriam debatidos por meio de questionários que visariam a, segundo ele, por em prática aquele triplo objetivo acima mencionado.

Já no capítulo 5, *Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da ciência para a sala de aula*, Thaís Cyrino de Mello Forato, Roberto de Andrade Martins e Maurício Pietrocola têm como objetivo de seu estudo debater dificuldades e obstáculos encontrados na inserção de conteúdos da história e da filosofia da ciência (HFC) na educação básica, com vistas a promover o ensino e a aprendizagem de diversos aspectos da natureza da ciência (NdC) apontados por muitos pesquisadores, principalmente nos últimos vinte anos. Para tanto, os autores sugerem a transposição didática chevallardiana como um modo auxiliar do uso da HFC na educação básica. Isso foi buscado no estudo empírico apresentado no artigo, que se traduziu na elaboração e aplicação de um minicurso que foi desenvolvido em uma *turma de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da periferia da cidade de São Paulo* (p. 129). A construção das atividades didáticas e dos textos suscitaram nove obstáculos superáveis durante a própria construção, como, por exemplo, concepção de ciência e a NdC, uso de fontes primárias, discurso adequado ao nível de escolaridade e mais outros seis; foram também identificados nesse processo oito obstáculos contornáveis, cuja *solução extrapolava os limites do curso piloto* (p. 138), como, por exemplo, concepções ingênuas sobre HFC, falta de preparo do professor, extensão *versus* profundidade e mais outros cinco. O parágrafo a seguir finaliza esse capítulo do livro:

Como outras pesquisas vêm apontando, levar a HFC para a sala de aula envolve diferentes obstáculos, dificuldades e desafios. Esperamos que a apresentação do enfrentamento de alguns deles, de certas soluções conjecturadas, das incertezas, e dos riscos potenciais assumidos, possam contribuir, de algum modo, para incentivar e auxiliar na transposição didática da História da Ciência para o ambiente escolar (p. 148).

Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira e André Ferrer P. Martins, no capítulo 6, *Avaliando a inserção da temática Natureza da Ciência na disciplina de história e filosofia da ciência para graduandos em Física na UFRN*, concluem que essa inserção foi de fundamental importância para que esses estudantes problematizassem positivamente a compreensão ingênua que a maioria deles possuía sobre a visão da Natureza da Ciência (NdC) antes do início das atividades dessa disciplina

inovadora. Cabe registrar, inclusive, que docentes de Física do Ensino Superior do curso frequentado reforçavam, segundo depoimento dos estudantes, uma visão inadequada sobre a NdC. A metodologia seguida durante a realização da disciplina *História e Filosofia da Ciência*, na UFRN, oferecida no primeiro e no segundo semestre de 2010, iniciou-se pela aplicação de um pré-teste aos estudantes constituído por onze questões abertas que cobriam a seguinte temática: finalidades da ciência, caráter provisório do conhecimento, diferenças entre lei e teoria, metodologia científica, ciência *versus* outras formas de conhecimento e fatores extracientíficos. A disciplina continha três partes: a primeira abordava aspectos epistemológicos (método científico, problema da indução e ideias de Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend e Bachelard); a segunda parte apresentava temas históricos (o que é história, tópicos de história da mecânica e das ideias de vácuo e pressão); a terceira parte abordava a NdC e o ensino. Ao final da disciplina, estudantes foram entrevistados com base naquilo que constava no pré-teste para possibilitar comparações. Os autores concluem que a disciplina provocou *certas mudanças positivas nas visões de NdC desses alunos* (p. 179)

Um belo exemplo de inserção de uma abordagem histórico-epistemológica, focalizando a história da radioatividade, para estudantes de licenciatura e bacharelado em Física é explorado por Marinês Domingues Cordeiro e Luiz O. Q. Peduzzi no capítulo 7, *Um módulo sobre a radioatividade: sua história e sua transposição didática*. Um conjunto de textos de história da Física alimentou o material de leitura e de atividades para três aulas que compuseram o módulo inserto em uma disciplina de história da Física. O material de leitura foi constituído por três artigos produzidos pelos autores deste trabalho: os dois primeiros são dedicados aos primeiros vinte anos da história da radioatividade e o terceiro analisa as consequências da descontextualização dessa história em um livro didático muito utilizado no Ensino Superior. Esse criativo módulo de história da Física no ensino, além de possibilitar que os dez estudantes que cursaram a disciplina tomassem contato com os trabalhos de Marie e Pierre Curie, Henri Becquerel, Ernst Rutherford, Frederick Soddy, entre outros, permitiu também que eles se envolvessem com os erros e acertos históricos e epistemológicos da transposição didática externa de um livro didático do Ensino Superior e outro do Ensino Médio. Assim, embora em um exemplo piloto, essa experiência de ensino problematizou o envolvimento de futuros professores de Física com livros didáticos, como também influiu positivamente na sua formação. Creio que cabe finalizar minhas observações com um trecho do trabalho:

Os professores, dentre outras coisas, precisam de uma formação adequada em história da sua ciência para que possam, ao menos, reconhecer os saberes expostos no livro didático e as lacunas que ele pode trazer, especialmente em relação à História da Ciência e às concepções do trabalho científico. Não se pode atribuir completamente a culpa ao livro didático das dificuldades de se transmitir uma imagem adequada do conhecimento científico. O professor também é ator fundamental no Ensino de Ciências e sobre ciências (p.206).

No capítulo 8, *A física experimental numa perspectiva histórico-filosófica*, Marco Braga, Andreia Guerra e José Cláudio Reis problematizam o papel do experimento e, portanto, da observação, na construção do conhecimento científico. Com esse intento, apresentam um breve sumário da presença do experimento nas discussões acerca da natureza da ciência, que ganharam notoriedade a partir da década de 80 do século passado, quando uma nova corrente filosófica, representada no artigo por Ian Hacking e Peter Galison, argumentava que, se os processos experimentais estavam carregados de teoria, esta também estaria repleta de informações experimentais e técnicas. Apresentam também uma interessante discussão mesclando o significado de *lei científica* e a eclosão do chamado *problema de indução* originado pelo ceticismo de David Hume. Os autores fecham essa seção com a apresentação das respostas ao problema de Hume desenvolvidas por Kant no século XIX e por Popper no século XX. Na última seção, propõem a utilização dessa abordagem teórica, em particular dos conceitos de lei e de observação, na realização de duas atividades de laboratório didático. A problematização de uma temática pouco popular nas aulas de Física, mesmo nos cursos superiores, sinaliza a importância desse capítulo para professores de física.

O nono capítulo do livro, *História da ciência e a ação docente: a perspectiva de Ludwik Fleck*, de autoria de Nadir Castilho Delizoicov e Demétrio Delizoicov, diferencia-se por se embasar no epistemólogo mencionado no título, cuja utilização está em ascensão na pesquisa em ensino de ciências no país, e na pedagogia de Paulo Freire que, a meu ver, apresenta uma proposta educacional mais propícia à introdução da temática histórico-epistemológica em nossas escolas. Para oferecer elementos que convidem docentes de ciências e de biologia para tal ação educacional, os autores utilizam episódios da história da biologia, envolvendo dois modelos explicativos para o movimento do sangue, o primeiro de Cláudio Galeno (c.130-200 dC) e o segundo de William Harvey (1578-1657). Os autores também discutem a problemática descontextualização do ensino da analogia entre bomba hidráulica e coração, presente no modelo de Harvey, nos livros didáticos de biolo-

gia e no discurso de professores e sugerem a abordagem histórico-epistemológica que apresentam para superar tais distorções. Ao longo do texto, eles utilizam as categorias epistemológicas de Fleck – *estilo de pensamento, coletivo de pensamento, circulação intercoletivo e intracoletivo de ideias e complicações* (p. 237) – para a compreensão da mudança de estilo de pensamento galênico para o novo estilo de pensamento de Harvey. O artigo é finalizado com a sugestão de desenvolvimento de atividades, particularmente para o Ensino Fundamental e Ensino Médio, com base nos três momentos pedagógicos embasados na pedagogia de Paulo Freire: 1) *Problematização Inicial*; 2) *Organização do Conhecimento*; e 3) *Aplicação do Conhecimento* (p.252).

André Ferrer Martins, no capítulo 10, *Sobre obstáculos e perfis: perspectivas para o ensino de ciências a partir da epistemologia de Gaston Bachelard*, expõe brevemente as noções bachelardianas de obstáculo epistemológico e de perfil epistemológico, focalizando a importância dessas noções na compreensão da ciência, no ensino e na pesquisa em ensino de ciências. A seguir o autor apresenta uma instigante e curiosa comparação entre os ídolos de Francis Bacon e os obstáculos de Bachelard. Martins analisa também a noção de perfil conceitual de Eduardo Mortimer, desde sua origem associada à noção de perfil epistemológico bachelardiano até seu afastamento da análise plurifilosófica do epistemólogo francês e a incorporação, nos últimos anos, dos estudos de linguagem e análise do discurso de estudantes em sala de aula. O autor finaliza seu trabalho reconhecendo certa complementaridade entre as duas noções no campo da pesquisa em ensino de ciências. Creio que sua análise mostra a força que as noções bachelardianas de obstáculo epistemológico, perfil epistemológico e de mudança do *vetor epistemológico* do racional ao real têm no ensino e na pesquisa em ensino de ciências.

No capítulo seguinte, *Estado de repouso e estado de movimento: uma revolução conceitual de Descartes*, Roberto de Andrade Martins, embora às vezes exagere em suas críticas mordazes, confirma ser o excelente historiador da ciência e fonte de conhecimento para trabalhos em ensino de ciências que utilizam temáticas históricas. Seu texto, de forma econômica, preciso, bem informado e agradável de ler, oferece uma análise do conceito de *estado de movimento* presente nas primeiras leis da natureza de René Descartes. O artigo discute a lei da inércia segundo as diferentes interpretações de Galileu, Descartes e Newton, que defendia *a ideia de que a inércia é uma força* (p. 301). Apoiando-se em artigos de outros competentes historiadores da mecânica e em citações originais de Newton e, principalmente, Descartes, Roberto Martins esclarece a influência do filósofo francês sobre o pensamento de Newton e as diferenças fundamentais entre os dois pensadores sobre conceitos científicos e teológicos. Para que o leitor desta resenha tenha uma ideia

do conteúdo complexo de seu texto basta reproduzir um pequeno trecho extraído de seus *Comentários finais*:

A lei da inércia que se ensina atualmente não é a concepção desenvolvida por Newton. (...) Assim, seria mais razoável declarar, nos livros-textos, que aquilo que está sendo ensinado é a lei da conservação do movimento de Descartes, do que lhe dar o nome de primeira lei de Newton (p. 304).

Diego Aurino da Silva e Luiz O. Q. Peduzzi, no capítulo 12 do livro, *A relação entre as hipóteses e o papel de Deus na doutrina newtoniana*, em um texto denso e enriquecido com muitas citações originais de Newton, mostram o *professor de Cambridge* muito distante do *gênio da queda da maçã*. Um comentário marginal nesta resenha refere-se às várias formas que os autores utilizam para designar Newton: além da mencionada *professor de Cambridge*, aparecem, também, várias vezes, as designações *filósofo de Woolsthorpe* e *professor lucasiano* e uma única vez *então presidente da Royal Society*. Mas, anotem: nunca mais usem a equivocada designação de *gênio da queda da maçã*! O artigo se inicia com uma sofisticada discussão sobre a concepção de hipótese envolvendo Platão, Aristóteles e Newton com sua célebre e polêmica *hypotheses non fingo* (p. 311/312). Jorge Valadares, em seu texto já comentado anteriormente, também trata dessa expressão newtoniana em uma interessante atividade de seu anexo (p. 112-116). Silva e Peduzzi discutem, na primeira metade do artigo, as várias *controvérsias a respeito do estudo das hipóteses na Física Newtoniana* (p. 315). Na segunda metade do artigo, eles discutem o papel, também controverso, de Deus na doutrina newtoniana, enfatizando, também, as diferenças teológicas com as ideias defendidas por Leibniz, culminando com o debate daí decorrente entre as diferenças sobre as concepções de tempo e espaço dos dois cientistas.

No capítulo 13, *A construção histórica e o ensino do conceito de substância: implicações dos diferentes estilos de pensamento para a química*, de Marcelo Lambach e Carlos Alberto Marques que, considerando o conceito de substância um dos pilares da química, propõem diversos e significativos elementos constitutivos de uma pedagogia crítico-libertadora que parte da compreensão inicial que os educandos detêm sobre a palavra *substância*. Inspirados inicialmente pelos princípios epistemológicos de Gaston Bachelard, particularmente seu conceito de obstáculo epistemológico, ocupam a maior parte de seu artigo com a construção histórica do conceito de substância desde os antigos filósofos gregos, passando pelas concepções alquímicas de árabes e de europeus e a ruptura com estas por meio de Boyle e seu pensamento mecanicista, chegando, finalmente, às concepções de Lavoisier e Dalton. Na seqüência, utilizam a categoria Estilo de Pensamento de Fleck para

analisar a disseminação do entendimento de substância ao longo do tempo, e finalizam seu trabalho propondo a abordagem histórico-epistemológica por meio da concepção crítico-problematizadora de Paulo Freire.

Finalmente, no último capítulo do livro, *Uma contribuição para o ensino-aprendizagem de genética clássica: os estudos de Thomas Hunt Morgan com Drosophila*, Lilian Al-Chueyr Pereira Marques e Maria Elice Brzezinski Prestes objetivam fornecer um material histórico que possa ser utilizado na aulas de Biologia do Ensino Médio ou em cursos de formação de professores (p. 356). As autoras criticam a seção de genética clássica de livros didáticos de Biologia do Ensino Médio que, em geral, atribuem exclusivamente a Morgan os trabalhos com drosophilas e que ele teria feito isso com a intenção de testar a hipótese cromossômica e as 1ª e 2ª leis genéticas de Mendel. Elas argumentam que, no início do século XX, Morgan não aceitava a teoria cromossômica nem os princípios de Mendel, e que a interpretação apresentada nos livros didáticos só teria ocorrido em julho de 1911, quando ele, ao trabalhar com drosophilas de olhos brancos, foi levado a construir uma hipótese que se referia aos cromossomos e às leis de Mendel. As autoras apresentam, na seção final de seu artigo, duas argumentações que sintetizam ideias que estão presentes em boa parte dos capítulos deste livro, como as relativas à natureza da ciência e às concepções de história da ciência.

Este estudo de caso mostra vários aspectos da Natureza da Ciência. Em primeiro lugar, que os cientistas podem mudar de opinião. Embora as evidências científicas encontradas contribuam para isso, podem existir outros fatores não-conceituais ou extracientíficos que determinem essa mudança. No caso de Morgan, não foram as evidências experimentais que o levaram a mudar de ideia, já que as objeções que ele fazia anteriormente não foram respondidas em 1910-1911. Morgan, que até essa época dedicava-se a vários tipos de estudo, como, por exemplo, a morfologia de invertebrados marinhos, a regeneração em anfíbios e peixes, o desenvolvimento dos ovos de sapos e rãs e a determinação de sexo em insetos, aderiu à nova linha de pesquisa porque ela podia trazer resultados frutíferos e contribuir para que ele se firmasse profissionalmente, o que ele não estava conseguindo até o momento (p. 360).

Encerro esta resenha com a convicção de que os trabalhos dos vinte e quatro pesquisadores que estão presentes neste livro oferecem diferentes contribuições à pesquisa e ao ensino: 1) os capítulos podem ser lidos por professores da educação básica de Biologia, Física e Química e podem ser utilizados em cursos de licenciatura; 2) estudantes de pós-graduação em ensino de ciência, que queiram trabalhar

com pesquisa envolvendo a história da ciência e a filosofia da ciência terão uma boa introdução a essa temática; 3) pesquisadores em ensino de ciências, historiadores, filósofos e sociólogos da ciência terão ao seu dispor um panorama rico das possibilidades de uso da história e da filosofia da ciência no ensino.

João Zanetic
Instituto de Física
Universidade de São Paulo