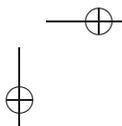
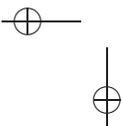
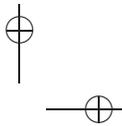
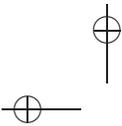


Estudos de
História e Filosofia
das Ciências:

*Subsídios para
Aplicação no
Ensino*



Cibelle Celestino Silva (org.)

Estudos de História e Filosofia das Ciências:

*Subsídios para
Aplicação no
Ensino*

**Editora Livraria da Física
São Paulo**

Copyright © 2006 Editora Livraria da Física

1a. Edição

Editor: JOSÉ ROBERTO MARINHO

Diagramação: ROBERTO MALUHY JR & MIKA MITSUI

Capa: Arte Ativa

Impressão: Gráfica Paym

Dados Internacionais de Catalogação e Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para
aplicação no ensino / Cibelle Celestino Silva, (org.).
– São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

Vários autores.

Bibliografia

1. Ciência – Filosofia. 2. Ciência – História

I. Silva, Cibelle Celestino.

06-5504

CDD-501

-509

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciência: Filosofia 501

2. Ciência: História 509

ISBN: 85-88325-57-8

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora. Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Impresso no Brasil



Editora Livraria da Física

Telefone 55 11 3816 7599 / Fax 55 11 3815 8688

www.livrariadafisica.com.br

SUMÁRIO

Prefácio, ix

SOBRE OS AUTORES, xi

INTRODUÇÃO: A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E SEUS USOS NA EDUCAÇÃO, xvii

Roberto de Andrade Martins

Parte I Epistemologia

I NOTAS SOBRE O ENSINO DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA DE NÍVEL SUPERIOR, 3

Charbel Niño El-Hani

II BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE A NATUREZA DO MÉTODO CIENTÍFICO, 23

Antonio Augusto P. Videira

III O DOGMATISMO CIENTÍFICO DE TRADIÇÃO MATERIALISTA, 41

Oswaldo Pessoa Jr.

IV SOBRE CONTINUIDADES E DESCONTINUIDADES NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: UMA DISCUSSÃO CENTRADA NA PERSPECTIVA KUHNIANA, 59

Luiz O. Q. Peduzzi

Parte II Física

- V INTERAÇÕES NA FÍSICA – AÇÃO À DISTÂNCIA VERSUS AÇÃO POR CONTATO, 87**
André K. T. Assis
- VI O ENSINO DA TERMODINÂMICA POR MEIO DA PRÁTICA SOCIAL, 103**
Marcelo Luis Aroeira Rosella
João José Caluzi
Zenaide Prado Lyra e Silva
- VII PIERRE CURIE E A SIMETRIA DAS GRANDEZAS ELETROMAGNÉTICAS, 117**
Cibelle Celestino Silva
- VIII DO MUNDO FECHADO DA ASTRONOMIA À COSMOLOGIA DO UNIVERSO FECHADO DO BIG BANG: REVISITANDO NOVOS DOGMAS DA CIÊNCIA ASTRONÔMICA, 139**
Marcos Cesar Danhoni Neves
- IX A MAÇÃ DE NEWTON: HISTÓRIA, LENDAS E TOLICES, 167**
Roberto de Andrade Martins
- X ISAAC NEWTON, AS PROFECIAS BÍBLICAS E A EXISTÊNCIA DE DEUS, 191**
Thaís Cyrino de Mello Forato
- XI A INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA NA SALA DE AULA, 207**
Valéria Silva Dias

Parte III Biologia

- XII A BOTÂNICA NO ENSINO MÉDIO: SERÁ QUE É PRECISO APENAS MEMORIZAR NOMES DE PLANTAS?, 223**
Fernando Santiago dos Santos
- XIII A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DA GENÉTICA E EVOLUÇÃO NO NÍVEL MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO, 245**
Lilian Al-Chueyr P. Martins
Ana Paula O. P. Moraes Brito

XIV ENSINO DO SISTEMA SANGÜÍNEO HUMANO: A DIMENSÃO HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICA, 265

Nadir Castilho Delizoicov

XV HISTÓRIA DO DNA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA, 287

Nadir Ferrari

Neusa Maria John Scheid

XVI RAZÃO, EXPERIÊNCIA E IMAGINAÇÃO NA CIÊNCIA – O CASO DE CHARLES DARWIN, 305

Anna Carolina K. P. Regner

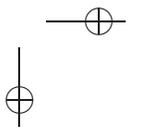
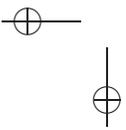
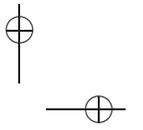
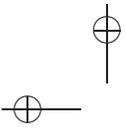
Parte IV Outros

XVII ALGUNS ASPECTOS DA TEORIA DA MATÉRIA: ATOMISMO, CORPUSCULARISMO E FILOSOFIA MECÂNICA, 329

Luciana Zaterka

XVIII EQUAÇÕES ALGÉBRICAS: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA SOBRE O PROCESSO DE RESOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE 2º GRAU, 353

Sergio Nobre



PREFÁCIO

AAMPLAMENTE DOCUMENTADA CRISE no ensino contemporâneo de ciências, com estudantes e professores desmotivados e também os elevados índices de analfabetismo científico estão entre os principais alvos das pesquisas educacionais em ensino de ciências. Há inúmeras abordagens que são consideradas atualmente para tentar solucionar ou, ao menos, amenizar esses problemas. Entre elas, está o uso da história e filosofia da ciência no ensino de ciências.

No entanto, como todos sabem, um dos grandes desafios do uso adequado da história e filosofia da ciência no ensino é o de produzir material didático de qualidade acessível ao nível de maturidade dos diversos públicos (estudantes, professores e outros). Isso não quer dizer que não se deva exigir rigor ou mesmo tolerar erros históricos. A história da ciência utilizada não deve ser uma mera caricatura dos cientistas e dos fatos históricos num amontoado de anedotas engraçadas. Ao se utilizar a história e filosofia da ciência como mais uma estratégia didática, não se deve esperar que os estudantes memorizem todos os argumentos envolvidos em, por exemplo, algumas disputas históricas.

A intenção desta publicação é poder contribuir para uma visão mais ampla a respeito das questões envolvidas em debates históricos. Nem sempre há apenas uma única resposta possível para as perguntas que podem ser formuladas, e a validade de tais respostas, não depende apenas de bons argumentos teóricos e experimentais; há também que se considerar fatores sociais, políticos e culturais envolvidos na disputa entre teorias. Com isso, o estudo da história e filosofia da ciência contribuiria para evitar a crença generalizada no mito dos “grandes gênios” como Galileu, Darwin, Lavoisier ou Einstein que teriam descoberto a verdade através de um método científico infalível, corrigindo os erros dos ignorantes de

x PREFÁCIO

épocas anteriores e a visão de que o conhecimento científico é um produto acabado e que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Esta publicação busca, portanto, possibilitar uma reflexão sobre o âmbito em que se dá a construção da ciência, ao invés de abordar conteúdos científicos descontextualizados, que ignora a constante transformação dos conhecimentos e a natureza histórica e temporal dos conhecimentos aceitos hoje.

No Brasil, a aproximação entre história e filosofia da ciência e ensino ainda ocorre mais no nível teórico do que no nível da prática docente. Algumas das razões para isso são a falta de preparo dos professores, o pequeno número de pesquisas existentes buscando as melhores estratégias para a utilização da história e filosofia da ciência dentro do contexto do ensino de ciências brasileiro e também a grande falta de material didático de qualidade em português – o alvo principal que esta publicação pretende atingir.

Este livro é composto por vários capítulos, escritos por pesquisadores da área, sobre a história e filosofia de tópicos específicos abordados ou de interesse para a educação científica. Os capítulos discutem aspectos históricos e filosóficos de temas relacionados com a ciência em geral e também com física, química e biologia. Como os autores são especialistas nas áreas em que escrevem, priorizaram temas tais como a natureza da ciência e seu método, a relação entre ciência e seu contexto social, erros históricos presentes em livros didáticos, história de alguns assuntos ensinados na escola, desmistificação de grandes cientistas, exemplos e relatos de aplicação da história e filosofia da ciência em sala de aula.

O público-alvo desta publicação é composto por professores do ensino médio, alunos de graduação, pós-graduação, professores do ensino superior e pessoas que desejam conhecer mais sobre essa área de pesquisa, que atuem ou interessem-se pelo ensino de ciências.

Cibelle Celestino Silva

SOBRE OS AUTORES

Anna Carolina Regner é Licenciada e Bacharel em Filosofia pela UFRGS (1975/1976), Mestre em Filosofia pela PUC-RS (1977) e Doutora em Educação pela UFRGS (1995). Foi professora visitante no “Center for Latin American Studies” da Universidade de Stanford, com trabalho junto ao *Program in History and Philosophy of Science* em 1995 e atualmente é professora do Programa de Pós-Graduação em Filosofia da UNISINOS. Ela desenvolve pesquisas nas áreas de Epistemologia e História da Ciência, particularmente sobre teoria darwiniana e ciências biológicas no século XIX. aregner@portoweb.com.br

Ana Paula Oliveira Pereira de Moraes Brito graduada em Odontologia pela Universidade Metodista de Piracicaba, Mestre em História da Ciência pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Atualmente desenvolve seu Doutorado no Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência da PUC/SP. Trabalha com História da Genética.

André Koch Torres Assis é professor do Instituto de Física da Unicamp. Lá obteve seu bacharelado em 1983 e seu doutorado em 1987. Já realizou três pós-doutorados no exterior: Inglaterra (02/88 a 01/89, bolsa do CNPq), EUA (10/91 a 09/92, bolsa da Fapesp) e Alemanha (08/01 a 11/02, bolsa da Fundação Alexander von Humboldt, da Alemanha). Publicou em português e em inglês os seguintes livros: *Eletrodinâmica de Weber*, *Mecânica Relacional*, e *Cálculo de Indutância e de Força em Circuitos Elétricos*. Fez uma tradução completa do livro *Óptica*, de Isaac Newton (Edusp, 1996).

xii SOBRE OS AUTORES

Seus principais interesses são os fundamentos da mecânica e do eletromagnetismo, história e ensino de física. Endereço: Instituto de Física, Unicamp, 13083-970 Campinas, SP, Email: *assis@ifi.unicamp.br*, Homepage: *http://www.ifi.unicamp.br/~assis/*

Antonio Augusto Passos Videira estudos de física, matemática e filosofia na Universidade Federal do Rio de Janeiro; Bacharel em Filosofia pela UFRJ (1986), Doutor em Epistemologia e História da Ciência pela Universidade de Paris VII (1992), Professor Adjunto do Departamento de Filosofia da UERJ e Pesquisador Visitante do CBPF/MCT; e-mail: *guto@cbpf.br*.

Charbel Niño El-Hani é Prof. Adjunto, Depto. de Biologia Geral, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, UFBA/UEFS. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, UFBA. Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, UFBA. Bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq, Proc. nº 302495/02-9.

Cibelle Celestino Silva é bacharel em Física pela Universidade de São Paulo, Mestre e Doutora em Física pela Unicamp, na área de História da Física. Fez parte de seu pós-doutorado na Smithsonian Institution em Washington, EUA. É professora do Instituto de Física de São Carlos da USP, onde desenvolve pesquisas em História da Física, particularmente sobre óptica e eletromagnetismo. Colabora com o Programa de Pós-Graduação Internunidades em Ensino de Ciências da USP.

Fernando Santiago dos Santos é doutorando em Educação (Faculdade de Educação – USP), mestre em História da Ciência (PUC-SP), bacharel e licenciado em Biologia (Unicamp). Professor desde os 17 anos, inicialmente com ensino de inglês e posteriormente com ensino de biologia e ciências. Atualmente é funcionário público da Prefeitura Municipal de Cubatão e voluntário na RPPN Rizzieri/Fundação ProVerde (São Sebastião-SP), onde atua como diretor de educação ambiental e pesquisador de flora fanerogâmica arbórea (levantamento florístico). Eclético, busca diversos interesses, entre eles o estudo e a pesquisa da interface educação/história da ciência; e-mail: *fernandoss@usp.br*.

João José Caluzi é Professor Doutor do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da UNESP/Bauru. Também professor do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e coordenador do grupo de Pesquisa em

Educação Científica A principal área de interesse é a História da Ciência como estratégia para o Ensino de Ciências.

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins graduada em História Natural pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, especialista em História da Ciência pela UNICAMP, Mestre e Doutora em Ciências Biológicas na área de Genética pela UNICAMP, sendo que parte do Doutorado foi feita no Departamento de História e Filosofia da Ciência na Universidade de Cambridge (Inglaterra). Trabalha com História das Ciências da Vida, dedicando-se principalmente à História da Genética e Evolução. É professora do Programa de Estudos Pós Graduados em História da Ciência, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e pesquisadora do Grupo de História e Teoria da Ciência (GHTC), da UNICAMP.

Luciana Zaterka graduou-se em química e filosofia. Obteve pela USP os títulos de Mestre em Química Orgânica (1995), Mestre em Filosofia (1998), e de Doutora em Filosofia (2003). Dedicou-se atualmente a pesquisas sobre os fundamentos metafísico-teológicos da ciência experimental da Inglaterra seiscentista, assim como sobre as diferentes teorias da matéria presentes na chamada Revolução Científica. Atualmente é professora e pós-doutoranda FAPESP em História da Ciência junto ao Programa de Pós-Graduação em História da Ciência e do Centro Simão Mathias da PUC-SP.

Luiz O. Q. Peduzzi bacharel e Mestre em Física pela UFRGS e doutor em Ensino de Ciências Naturais pela UFSC. É professor do Departamento de Física da UFSC desde 1976. Atua como docente e orientador no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC. É editor do Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

Marcelo Luis Aroeira Rosella é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e professor da rede pública estadual, integrante do grupo de Pesquisa em Educação Científica do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Unesp/FC/Bauru.

Marcos Danhoni Neves é mestre em física pela unicamp (1986), com especialização em educação científica em Jerusalém-Israel (1991) e doutor em educação pela unicamp (1991). Foi professor-visitante do Departamento de Física da Università La Sapienza di Roma (1995-96). Atua nas áreas de ensino de física e astronomia, história e epistemologia das ciências, divulgação científica,

xiv SOBRE OS AUTORES

avaliação didática. É autor e co-autor de 15 livros, entre os quais: *Astronomia de Régua e Compasso: de Kepler a Ptolomeu* (Papirus), *Do Infinito, do Mínimo e da Inquisição em Giordano Bruno* (Editus), *De Experimentos, Paradigmas e Diversidades no Ensino de Física: Construindo Alternativas* (Massoni/CNPq), *Lições da Escuridão ou Revisitando Velhos Fantasmas do Ensinar e do Fazer Ciência* (Mercado-de-Letras). É Secretário Regional da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência-PR (gestão 2004–2006) e coordenador do Mestrado em Educação para a Ciência da Universidade Estadual de Maringá.

Nadir Castilho Delizoicov Licenciada em Pedagogia e Ciências Biológicas. Realizou os estudos de mestrado e doutorado em Educação na Universidade Federal de Santa Catarina. É pesquisadora do Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências de Santa Catarina - GEPECISC / UFSC. Atua como docente e orientadora do Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC -, do qual foi Coordenadora do Mestrado em Educação durante o período de 2003 / 2005. Foi professora de Ciências e Biologia no Ensino Fundamental e Médio, por cerca de 25 anos e diretora de Escola Pública da rede de ensino estadual do Estado de São Paulo.

Nadir Ferrari é professora na Universidade Federal de Santa Catarina, onde atua no Núcleo de Estudos em Genética Humana, do Departamento de Biologia Celular, Embriologia e Genética, e no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Graduada em Farmácia e Bioquímica pela Universidade Estadual de Londrina, fez mestrado na Universidade Federal do Paraná e doutorado na Universidade de Oxford, ambos na área de Genética Humana. Trabalhou muitos anos na área de genética médica, com aspectos genéticos das hemofilias, mas seu interesse pelas questões da educação e da história da ciência a levaram a atuar na área da Educação Científica. Desenvolve pesquisas em História da Biologia, em Ensino de Biologia, Ensino de Genética e de Ensino de Ciências.

Neusa Maria John Scheid é professora do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), Campus de Santo Ângelo-RS. Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), cursou mestrado em Educação nas Ciências nesta mesma universidade. Doutora Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica

na Universidade Federal de Santa Catarina com tese sobre a contribuição da história da biologia na formação inicial de professores de Ciências Biológicas, área na qual atua há vários anos.

Oswaldo Pessoa Jr. é professor de Filosofia da Ciência do Depto. de Filosofia, FFLCH, Universidade de São Paulo. Formado em Física (1982) e Filosofia (1984) na USP, fez mestrado em física na Unicamp (1985) e doutorado na Indiana University (1990) sobre os fundamentos da teoria quântica, assunto sobre o qual publicou o livro *Conceitos de Física Quântica*. Começou a interagir com a área de Ensino de Ciências como bolsista no Instituto de Física da USP (1994–6) e trabalhando no Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências na Universidade Federal da Bahia e na Universidade Estadual de Feira de Santana (1999–2002). Nos últimos anos, seu trabalho principal tem sido o desenvolvimento de uma abordagem à história da ciência baseada em modelos causais.

Roberto de Andrade Martins é físico formado pela USP, com doutorado em lógica e filosofia da ciência pela UNICAMP. É professor do Instituto de Física "Gleb Wataghin" desde 1983, onde coordena o Grupo de História e Teoria da Ciência. Colabora com os cursos de pós-graduação em História da Ciência da PUC-SP e de Ensino de Ciências da USP. Foi presidente da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC) e da Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC). Dedicou-se ao ensino, orientação e pesquisas sobre história e filosofia da ciência, tendo publicado mais de 100 trabalhos de pesquisa sobre esses temas, no Brasil e no exterior. Seus trabalhos de pesquisa mais recentes são sobre alguns aspectos da história da teoria da relatividade, da radioatividade, do eletromagnetismo e da astronomia medieval, e sobre o papel dos valores na ciência.

Sergio Nobre livre-Docente em História da Matemática. Docente do Departamento de Matemática da UNESP – campus Rio Claro e do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Secretário Geral da Sociedade Brasileira de História da Matemática. Membro do Comitê Executivo da Comissão Internacional de História da Matemática. Editor da *Revista Brasileira de História da Matemática*.

Thaís Cyrino de Mello Forato é doutoranda em Educação pela FE-USP, Mestre em História da Ciência pela PUC-SP, Bacharel e Licenciada em Física pela PUC-SP. Professora de História da Ciência e Física na Universidade

xvi SOBRE OS AUTORES

Ibirapuera, membro pós-graduanda do grupo de Teoria de História da Ciência DRCC/IFGW/UNICAMP e membro do conselho editorial e redatora da revista eletrônica *Arscientia*. Atua em cursos de formação continuada de professores ligados a FAFE-USP.

Valéria Silva Dias é licenciada em física pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (USP) e doutoranda do programa de pós-graduação em Educação para a Ciência da UNESP. Atualmente é professora de física e coordenadora da área de ciências do Colégio Paulo Freire (Jundiaí – SP) e atua na formação de professores no Programa Especial de Formação Pedagógica do SENAC-SP. Seu interesse pela História da Física está intimamente relacionado à crença na necessidade de mudanças qualitativas no ensino de ciências e no potencial de colaboração da História da Ciência para realização dessa tarefa.

Zenaide Prado Lyra e Silva é professora da rede pública estadual, ATP de Matemática da Diretoria Regional de Ensino de Jaú (Derja).

INTRODUÇÃO: A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E SEUS USOS NA EDUCAÇÃO

Roberto de Andrade Martins

A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS nos apresenta uma visão a respeito da natureza da pesquisa e do desenvolvimento científico que não costumamos encontrar no estudo didático dos resultados científicos (conforme apresentados nos livros-texto de todos os níveis). Os livros científicos didáticos enfatizam os resultados aos quais a ciência chegou – as teorias e conceitos que aceitamos, as técnicas de análise que utilizamos – mas não costumam apresentar alguns outros aspectos da ciência. De que modo as teorias e os conceitos se desenvolvem? Como os cientistas trabalham? Quais as idéias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado? Quais as relações entre ciência, filosofia e religião? Qual a relação entre o desenvolvimento do pensamento científico e outros desenvolvimentos históricos que ocorreram na mesma época?

A história das ciências não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas¹. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano,

¹ Sherratt 1982–1983 apresenta um histórico a respeito da utilização da história da ciência na educação, mostrando que as primeiras propostas ocorreram há mais de um século. Matthews 1994 apresenta uma visão geral sobre o uso da história e da filosofia da ciência na educação e uma boa bibliografia sobre o assunto. Ver também Martins 1990.

xviii INTRODUÇÃO: A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E SEUS USOS NA EDUCAÇÃO

sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade². Todos conhecem os nomes de Lavoisier, Newton, Galileu, Darwin. Mas o que estava acontecendo no mundo (e, especialmente, nos lugares onde eles viviam) quando eles desenvolveram suas pesquisas? Não existiu nenhuma relação entre o que eles fizeram e aquilo que estava acontecendo em volta deles? É claro que existiu. Mas não costumamos estudar isso, o que dá a falsa impressão de que a ciência é algo atemporal, que surge de forma mágica e que está à parte de outras atividades humanas. Na verdade, mesmo a matemática – que parece um conhecimento muito distante das preocupações do dia-a-dia – sofre forte influência de outras áreas. Por exemplo: a teoria das probabilidades surgiu, no século XVII, como decorrência de preocupações com jogos (de dados, de cartas, etc.) e apostas em dinheiro (Sheynin 1977; Bellhouse 1993).

O estudo adequado de alguns episódios históricos também permite perceber o processo social (coletivo) e gradativo de construção do conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações – o que contribui para a formação de um espírito crítico e desmitificação do conhecimento científico, sem no entanto negar seu valor. A ciência não brota pronta, na cabeça de “grandes gênios”. Muitas vezes, as teorias que aceitamos hoje foram propostas de forma confusa, com muitas falhas, sem possuir uma base observacional e experimental. Apenas gradualmente as idéias vão sendo aperfeiçoadas, através de debates e críticas, que muitas vezes transformam totalmente os conceitos iniciais. Costumamos dizer que nossa visão do universo, heliocêntrica, foi proposta por Copérnico no século XVI. No entanto, existe pouca semelhança entre aquilo que aceitamos hoje em dia e aquilo que Copérnico propôs. Também não pensamos como Galileu, por exemplo. A teoria de evolução biológica que aprendemos hoje em dia não é a teoria de Darwin (há muitas diferenças). A aritmética que estudamos atualmente não é a aritmética desenvolvida pelos pitagóricos. Nossa química não é a química de Lavoisier. Nosso conhecimento foi sendo formado lentamente, através de contribuições de muitas pessoas sobre as quais nem ouvimos falar e que tiveram importante papel na discussão e aprimoramento das idéias dos cientistas mais famosos, cujos nomes conhecemos.

² O ensino das relações entre ciência, tecnologia e sociedade tem sido enfatizado no Brasil há bastante tempo (ver Moreira 1986, p. 69). Para uma visão mais radical da inserção da ciência na cultura local ver D’Ambrósio 2005.

O estudo adequado de alguns episódios históricos também permite compreender que a ciência não é o resultado da aplicação de um “método científico” que permita chegar à verdade³. Os pesquisadores formulam hipóteses ou conjeturas a partir de idéias que podem não ter qualquer fundamento, baseiam-se em analogias vagas, têm idéias preconcebidas ao fazerem suas observações e experimentos, constroem teorias provisórias que podem ser até mesmo contraditórias, defendem suas idéias com argumentos que podem ser fracos ou até irracionais, discordam uns dos outros em quase tudo, lutam entre si para tentar impor suas idéias. As teorias científicas vão sendo construídas por tentativa e erro, elas podem chegar a se tornar bem estruturadas e fundamentadas, mas jamais podem ser *provadas*. O processo científico é extremamente complexo, não é lógico e não segue nenhuma fórmula infalível. Há uma *arte da pesquisa*, que pode ser aprendida, mas não uma seqüência de etapas que deve ser seguida sempre, como uma receita de bolo. O estudo histórico de como um cientista realmente desenvolveu sua pesquisa ensina mais sobre o real processo científico do que qualquer manual de metodologia científica.

Os estudantes (de todos os níveis), seus professores e o público em geral possuem uma grande variedade de concepções ingênuas, mal fundamentadas e, afinal, falsas, sobre a natureza das ciências e sua relação com a sociedade (Gil-Pérez *et al.* 2001; Fernández *et al.* 2002). Alguns concebem a ciência como “a verdade”, “aquilo que foi provado” – algo imutável, eterno, descoberto por gênios que não podem errar. É uma visão falsa, já que a ciência muda ao longo do tempo, às vezes de um modo radical, sendo na verdade um conhecimento provisório, construído por seres humanos falíveis e que, por seu esforço comum (social), tendem a aperfeiçoar esse conhecimento, sem nunca possuírem a garantia de poder chegar a algo definitivo. Como se pode saber que uma dessas visões sobre a ciência é inadequada e que a outra descreve a realidade? Apenas pela análise de sua história.

Outras visões, anti-cientificistas, são igualmente falsas: a reação contra o poder da ciência pode levar a defender uma posição de que todo conhecimento não passa de mera opinião, que todas as idéias são equivalentes e que não há motivo algum para aceitar as concepções científicas (Cupani 2004). Isso também não é verdade. Embora nada garanta que os cientistas tomem decisões acertadas, suas escolhas não são totalmente cegas: há evidências a favor ou contra cada posição e é possível pesar cada lado e preferir um ao outro, com base nos conhecimentos de cada época. É também o estudo cuidadoso da história da ciência que pode mostrar-nos isso.

³ Ver, por exemplo, uma análise dos procedimentos de Isaac Newton em sua pesquisa sobre a composição da luz branca, em Silva & Martins 2003.

xx INTRODUÇÃO: A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E SEUS USOS NA EDUCAÇÃO

Quanto às relações entre ciência e sociedade, há também posições extremas: ou se pensa que a ciência é algo totalmente “puro”, independente do lugar e da época em que se desenvolve; ou, no outro extremo, supõe-se que é um mero discurso ideológico da sociedade onde se desenvolveu, sem nenhum valor objetivo. O estudo histórico mostra que nenhuma das duas posições é uma boa descrição da realidade. A ciência não se desenvolve em uma torre de cristal, mas sim em um contexto social, econômico, cultural e material bem determinado. Por outro lado, não é possível explicar os conhecimentos científicos apenas a partir desse contexto: é necessário levar também em conta os fatores internos da ciência, tais como os argumentos teóricos e as evidências experimentais disponíveis em cada momento (Barra 1998).

O estudo detalhado de alguns episódios da história da ciência é insubstituível, na formação de uma concepção adequada sobre a natureza das ciências, suas limitações, suas relações com outros domínios. Esses episódios podem mostrar grandes sucessos e também grandes fracassos do esforço humano para compreender a natureza; a contribuição titânica de alguns cientistas, acompanhada no entanto por muitos erros gigantescos das mesmas pessoas; o papel de uma multidão de pesquisadores obscuros no desenvolvimento de importantes aspectos das ciências; o processo gradual de formação de teorias, modelos, conceitos e do próprio método científico; a existência de teorias alternativas, de controvérsias, de revoluções que lançam por terra concepções que eram aceitas (por bons motivos) durante muito tempo; a permanência de dúvidas mesmo com relação a teorias bem corroboradas; a influência de concepções filosóficas, religiosas e o papel da tradição e de preconceitos injustificados no desenvolvimento das ciências; e muitos outros aspectos da dinâmica da ciência.

Nos últimos cinquenta anos, o trabalho dos historiadores da ciência demoliu certas concepções ingênuas sobre as ciências e nos abriu os olhos para podermos ver o que de fato ocorre na pesquisa científica. Infelizmente, esse novo conhecimento ainda não se difundiu adequadamente⁴. Talvez seja agora um momento adequado para introduzi-lo na educação científica, em todos os níveis – começando pela formação dos docentes e do pessoal de nível superior, para poder atingir depois outros níveis de educação e uma população mais ampla.

Uma visão mais adequada e bem fundamentada da natureza das ciências, de sua dinâmica, de seus aspectos sociais, de suas interações com seu contexto, etc., certamente trará conseqüências importantes. O trabalho científico deve ser

⁴ Duschl 1985 comentou que tem havido uma grande defasagem entre os avanços da pesquisa em História e Filosofia da Ciência e sua aplicação ao ensino científico.