DEBATE

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DA BIOLOGIA

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins

Introdução

A História da Ciência pode ser utilizada como um dispositivo didático útil, contribuindo para tornar o ensino da ciência a nível médio mais interessante e facilitar sua aprendizagem. Isso pode ser aplicado tanto ao ensino da Biologia como ao ensino de outras disciplinas. Mas além disso, a História da Ciência pode fazer bem mais pelo ensino, como por exemplo:

a) Mostrar através de episódios históricos o processo gradativo e lento de construção do conhecimento, permitindo que se tenha uma visão mais concreta da natureza real da ciência, seus métodos, suas limitações. Isso possibilitará a formação de um espírito crítico fazendo com que o conhecimento científico seja desmitificado sem, entretanto, ser destituído de valor.

Assim, o estudo da história da ciência deve evitar que se adote uma visão ingênua (ou arrogante) da ciência, como sendo “a verdade” ou “aquilo que foi provado”, alguma coisa de eterno e imutável, construída por gênios que nunca cometem erros e eventualmente alguns imbecis que fazem tudo errado. Por outro lado, deve impedir a adoção de uma visão anti-cientificista de que todo conhecimento nada mais é do que mera opinião, que todas as idéias são equivalentes e que não há motivo para aceitar as concepções científicas.

No primeiro caso, a história da ciência irá mostrar através de uma análise histórica que a ciência muda no decorrer do tempo e que ela é feita por seres humanos falíveis que podem aperfeiçoar o conhecimento, o que não significa que suas propostas possam ser consideradas definitivas. No segundo caso, a história da ciência mostrará que, apesar de cometerem erros, os cientistas não agem cegamente e costumam se basear em evidências.

b) A História da Ciência mostra, através de episódios históricos, que ocorreu um processo lento de desenvolvimento de conceitos até se chegar às concepções aceitas atualmente. Isso pode facilitar o aprendizado do próprio conteúdo científico que estiver sendo trabalhado. O educando perceberá que suas dúvidas são perfeitamente cabíveis em relação a conceitos que levaram tanto tempo para serem estabelecidos e que foram tão difíceis de atingir.

c) Através da História da Ciência o educando irá perceber que a aceitação ou o ataque a alguma proposta não dependem apenas de seu valor intrínseco, de sua fundamentação, mas que também nesse processo estão envolvidas outras forças tais como as sociais, políticas, filosóficas ou religiosas.

O que se deve evitar quando se aplica a história da ciência ao ensino da ciência?

Nem sempre o uso de História da Ciência no ensino é adequado. Há muitas coisas que se deve evitar, pois podem atrapalhar, ao invés de auxiliar o ensino.¹

Em primeiro lugar, deve-se fugir de biografias longas, repletas de datas, sem nenhuma referência à filosofia e às idéias científicas, ao contexto temporal, social e cultural daquilo que se está ensinando (MARTINS, 1993).

Deve-se evitar também mostrar apenas aquilo que “deu certo”, omitindo as dificuldades encontradas e as propostas alternativas. Essa foi a causa do fracasso de algumas tentativas feitas. Esse tipo de procedimento contribui para que o educando tenha uma visão tendenciosa a respeito do conteúdo científico que está sendo trabalhado.

Deve-se evitar também não considerar ou mesmo desvalorizar a experiência do próprio aluno. Em vez disso, deve-se trabalhar com ela, procurando mostrar que muitas vezes suas idéias são semelhantes às de alguma das etapas pelas quais passou a construção daquele conceito.

A história da biologia e os livros didáticos

Uma das utilidades da História da Ciência é procurar esclarecer concepções históricas errôneas que vêm sendo perpetuadas no decorrer do tempo, muitas delas por culpa mesmo de alguns historiadores da ciência.

Analisando alguns livros didáticos de nível médio destinados ao ensino da Biologia, com relação a três pontos específicos² – geração espontânea, a teoria de “evolução” de Lamarck³ e a teoria cromossômica da hereditariedade – encontrou-se esse tipo de problema. Vamos agora discutir um pouco sobre isso, reproduzindo textos encontrados nesses livros da maneira exata em que foram encontrados.

Geração espontânea

a) “Em meados do século XVII, Francesco Redi, biólogo e médico italiano demonstrou experimentalmente que a geração espontânea não podia ser verdadeira”.⁴

Na realidade o que Redi mostrou foi que as moscas encontradas sobre a carne em putrefação não eram geradas espontaneamente a partir da carne, como se acreditava na época, mas se originavam de ovos colocados por outras moscas. Entretanto, mesmo Redi, continuou a aceitar a idéia da geração espontânea dos vermes intestinais, por exemplo. Então o que ele demonstrou foi que não havia geração espontânea com

relação a um caso específico, mas não em geral (ver REDÍ, *Opere*).

b) “A teoria que diz que os seres vivos podem, em determinadas condições, formar-se a partir da matéria bruta, denomina-se Abiogenese ou Teoria da geração espontânea. Apesar de ainda aceita por alguns indivíduos de pouca instrução, está morta, cientificamente, desde os fins do século XIX. A queda definitiva da abiogenese foi causada pelas brilhantes experiências de Louis Pasteur”.

Embora as experiências efetuadas por Pasteur trouxessem evidências contrárias à geração espontânea, ele não resolveu a questão. Na mesma época as experiências realizadas pelo médico e naturalista Felix Archimède Pouchet, igualmente bem concebidas, traziam evidências favoráveis à geração espontânea (ver POUCHET, *Hétérogénie ou traité de la génération spontanée*). Assim, sob o ponto de vista puramente científico, a situação estava equilibrada (ver uma descrição detalhada em MARTINS & MARTINS, 1989). Depois de Pouchet, Pasteur defrontou-se com outros opositores, tais como Charlton Bastian, cujas experiências ofereciam evidências favoráveis à geração espontânea.

c) “As substâncias orgânicas guardadas em congeladores não se decompõem devido à baixa temperatura daquele local, que impossibilita a atividade bacteriana. As experiências de Pasteur tiraram todo o significado da teoria que defendia a origem do ser vivo a partir do ‘inerte’ e deu bases sólidas à biogenese, porque comprovou de maneira simples, completa e irrefutável que todo o ser vivo provém de outro pré-existente”.

Embora as experiências de Pasteur fossem bem feitas e apresentassem evidências contrárias à geração espontânea elas não provaram que todo o ser vivo provém de um outro pré-existente, uma vez que isso seria impossível: para isso, Pasteur teria que ter estudado a reprodução de todos os seres vivos (ver PASTEUR, *Mémoires sur les corpuscules organisés qui existent dans l’atmosphère*). Por outro lado, é necessário lembrar que atualmente aceitamos que em algum instante, na evolução do universo – e da Terra, em particular – surgiram os primeiros seres vivos, a partir da matéria inanimada. Portanto, aceitamos, de certa forma, um tipo de abiogenese.

A teoria de evolução de Lamarck

a) “Lamarck propôs sua doutrina na *Philosophie zoologique*, publicada em 1809. Seu maior mérito foi provocar debates e pesquisas. Estudos posteriores vieram mostrar que o lamarckismo está irremediavelmente errado [...]”.

Em primeiro lugar a teoria de Lamarck é encontrada em diversas obras publicadas no decorrer do tempo,⁵ nas quais ela vai sendo aprimorada. A *Philosophie zoologique* não é a versão final. Além dessa série de obras específicas, encontram-se elementos da teoria de “evolução” em outras.⁶ Para se ter idéia da referida teoria

seria preciso ler todas essas obras e compará-las, e não se basear em apenas uma delas.

Em segundo lugar, a teoria de Lamarck não é aquilo que se chama de “lamarckismo”.⁷ Ela é alguma coisa bem diferente, muito mais ampla (MARTINS, 1997). Infelizmente não é possível discorrer sobre ela aqui nesse espaço.⁸

b) “Lamarck (1744-1829), baseando-se em suas observações, emitiu a ‘hipótese da transmissão hereditária dos caracteres adquiridos’. Essa hipótese evolucionista é também conhecida como ‘lamarckismo’, apesar de Hipócrates (400 A. C.) e em parte também Aristóteles já haverem emitido idéias semelhantes”.

Em primeiro lugar, a teoria de Lamarck não é uma mera hipótese de herança do adquirido ou aquilo que atualmente se chama de lamarckismo. Além disso, tal hipótese ocupa um lugar secundário na teoria de Lamarck. A herança dos caracteres adquiridos é uma idéia muito anterior a Lamarck que continuou a ser aceita na sua época. Tanto é que ele pouco escreveu sobre ela. Essa idéia continuou a ser aceita mesmo após a morte de Lamarck. Charles Darwin a aceitou até o fim de sua vida, admitindo inclusive que as mudanças acidentais (como perda do chifre de uma vaca por doença) se transmitiam aos descendentes (ver DARWIN, *The variation of animals and plants under domestication*, vol. 1, pp. 467-70).

c) “[...] Como a maioria dos biólogos de sua época, Lamarck acreditava que todas as coisas vivas eram dotadas de uma força vital que controlava o desenvolvimento e o funcionamento de suas partes e fazia com que transpusessem obstáculos do meio ambiente. Acreditava que qualquer característica adquirida por um organismo durante a sua vida era transmitida para as gerações seguintes - as características adquiridas eram herdadas [...]”.

Lamarck em sua obra evolucionista não era vitalista (MARTINS, 1995). Um de seus méritos foi justamente procurar uma explicação para a vida através das forças físicas (naturais) conhecidas na época: calórico e eletricidade. Numa de suas obras ele escreveu: “A vida não é um ser, um corpo, uma matéria qualquer. Ela é um fenômeno físico [...]” (LAMARCK, *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, vol. 1, p. 57).

Para Lamarck, nem toda característica adquirida era herdada pelos descendentes. Era preciso que ela fosse comum aos dois sexos, ou seja, a ambos os progenitores. Além disso, tratar-se-ia de um processo lento e cumulativo (ver LAMARCK, *Philosophie zoologique*, vol. 1, p. 200 e *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, vol. 1, p. 167).

A teoria cromossômica da hereditariedade

a) “Mc Clung demonstrou que, em certos insetos Orthoptera, as células masculinas continham um Cromossomo a menos do que as células femininas. Ocorria, portanto, no macho um cromossomo que não possuía homólogo com o qual pareasse durante a

meiose. Esse cromossomo especial foi denominado 'cromossomo X ou cromossomo sexual', por estar relacionado ao mecanismo da determinação sexual [...].

Ocorreu justamente o contrário do que está apresentado nessa citação. Clarence Erwin McClung, por volta de 1900-1902, estudava a espermatogênese desses insetos e concluiu que eram formados dois tipos de espermatozoides. Um deles possuía um cromossomo a mais, que ele chamou de acessório. McClung levantou a hipótese de que esse espermatozoide produziria indivíduos masculinos, ou seja, o cromossomo acessório imprimiria às células que o possuísem a masculinidade – e, portanto, os machos possuiriam um cromossomo a mais do que as fêmeas (ver McCLUNG, 1900 e 1902). Tratava-se de uma hipótese equivocada, mas que foi o início de uma longa série de estudos por parte de outros pesquisadores procurando esclarecer o processo de determinação do sexo (MARTINS, 1998b). McClung não estudou a ovogênese. Só mais tarde, por volta de 1906, Walter S. Sutton, estudando a ovogênese do gafanhoto *Brachystola magna* percebeu que a fêmea possuía dois cromossomos acessórios (dois cromossomos X) (ver SUTTON, 1906).

b) "Faltava agora fazer a junção entre os fatos do mendelismo e a hipótese cromossômica, por outras palavras, mostrar que as unidades hereditárias ou fatores mendelianos têm de fato os cromossomos como base. Esta etapa foi realizada pelo biólogo americano Thomas Hunt Morgan (1866-1945), que introduziu em genética um novo animal de experiência: o drosófilo [*sic*], pequena mosca fácil de criar, com um grande número de mutações e não tendo mais que 8 cromossomos no estádio diplóide (isto é, 4 nos gametas)".

É importante colocar que Morgan durante muitos anos de sua vida foi contrário ao mendelismo e à hipótese cromossômica (MARTINS, 1998a). Ele não se dedicou ao estudo das moscas com o objetivo de unir o mendelismo à hipótese cromossômica, já que não os aceitava. Além disso, havia estudiosos que aceitavam o mendelismo e não aceitavam a hipótese cromossômica, como William Bateson, por exemplo e não é necessário associar as duas coisas. Morgan, por volta de 1909, começou a trabalhar com *Drosophila*. Ele estava estudando as mutações no sentido de De Vries, não no nosso sentido atual e nessa época não aceitava nem a hipótese cromossômica e nem o mendelismo. Além disso, não foi ele quem introduziu a *Drosophila* nos estudos genéticos. Outros pesquisadores como Lutz, Castle e Nettie Maria Stevens, por exemplo, já utilizavam esse material antes de Morgan.

A falsa imagem de ciência passada por essas citações

O uso superficial e falho de História da Ciência que se faz nos livros didáticos, como foi exemplificado acima, transmite uma visão distorcida do que é a ciência. As idéias básicas que estão por trás dessas citações são:

- Aquilo que atualmente aceitamos é correto e foi

provado de forma definitiva por alguém, no passado.

- É possível se identificar quem fez e quando foi feita cada descoberta científica importante.
- Na História da Ciência, há os "heróis" (os que chegam à verdade) e os "vilões" (que só fazem confusões e cometem erros).
- Os grandes cientistas do passado não se enganavam e já tinham chegado exatamente às idéias que nós aceitamos hoje em dia.

No entanto, qualquer estudo mais profundo de História da Ciência mostra que essas concepções são falsas. Ocorre que os autores de muitos livros didáticos utilizam uma descrição superficial e falha da História da Ciência para passar uma visão preconcebida e simplista da dinâmica científica. É preciso fazer um estudo profundo, baseado em material original, para poder compreender o que realmente se passa no processo de construção da ciência.

Como fazer isso aqui no Brasil?

Sabe-se que em outros países do primeiro mundo, como a Inglaterra e o País de Gales, a História da Ciência faz parte do currículo nacional (PUMFREY, 1991). Em muitos casos surtiu os efeitos desejados, atingindo os objetivos propostos – como contribuir para a formação de um espírito crítico, procurando relatar os episódios históricos como eles ocorreram, mostrando que muitas concepções mudam e que as explicações científicas do passado eram válidas dentro do contexto de sua época.

Através da História da Ciência são relatados os eventos históricos da maneira mais ampla possível, mostrando as hipóteses apresentadas pelos cientistas, as teorias alternativas, tudo dentro do contexto da época. O historiador da ciência é alguém treinado para fazer isso. Ele deve estudar as obras dos estudiosos (fontes primárias) em sua língua original e também as obras de outros historiadores da ciência falando sobre aqueles estudos (fontes secundárias). E para uma aplicação da História da Ciência ao ensino é preciso que o professor e o historiador da ciência trabalhem juntos, na parte histórica do conteúdo que será apresentado aos alunos. Isso porque, mesmo com a melhor das intenções, ao relatar os fatos históricos, da maneira mais fidedigna possível, poderão ser omitidos aspectos importantes só perceptíveis pelos indivíduos treinados para isso, e assim prejudicar tudo aquilo que se está procurando atingir. Algumas propostas falharam justamente porque, ao invés de passar uma versão dos fatos mais ampla, passaram alguma outra tendenciosa, como por exemplo, mostrando apenas aquilo que "deu certo" e omitindo o resto.

Pode-se utilizar textos de História da Ciência elaborados por profissionais com o intuito de auxiliar o ensino dos conteúdos científicos. Existem livros paradidáticos de boa qualidade que podem também realizar o mesmo papel. No caso dos pontos mencionados aqui, não há traduções da obra de Pasteur (especificamente em relação à geração espontânea) para o Português, nem daquelas de Pouchet. Também a

obra de Lamarck não está traduzida para o Português e muitos de seus livros são de difícil acesso. Existem algumas obras de Morgan traduzidas para o Português. Deve-se entretanto tomar cuidado com as traduções, pois muitas vezes elas não são bem feitas.

Considerações finais

Este artigo procurou mostrar uma visão do que está ocorrendo. Existem problemas e está-se aqui apontando alguns deles e procurando sugerir meios de se não resolvê-los de imediato ao menos amenizá-los. É claro que não vai se jogar tudo fora, mas pode-se trabalhar de uma outra forma, fazendo da História da Ciência uma aliada e não alguma coisa que atrapalhe o estudo da ciência e que contribua para uma visão equivocada, tendenciosa impedindo a formação de um espírito crítico. Essa questão poderá ser resolvida a longo prazo. Existem muitos profissionais bastante preocupados com isso e que estão trabalhando nesse sentido.

Notas

- 1 Há muitos estudos sobre o modo como a História da Ciência pode contribuir para o ensino. Ver, por exemplo: MANUEL, 1986.
- 2 Cada um desses aspectos foi pesquisado por nós durante um período de dois anos, ou mais.
- 3 É importante comentar que Lamarck propôs o que nós chamamos, hoje, de uma teoria de evolução. Em sua época, entretanto, o termo "evolução" apresentava uma conotação diferente daquela que se adota atualmente. Este era empregado no sentido de descrever o desenvolvimento ontogenético, ou seja o desenvolvimento de um indivíduo desde o ovo até a sua fase adulta.
- 4 Não vamos indicar aqui as fontes de onde foram tiradas essas citações que são criticadas. Nossa intenção não é fazer uma análise crítica de algum autor de livro didático em particular, mas mostrar erros que vêm sendo cometidos para exemplificar os cuidados que devem ser tomados com informações de História da Ciência.
- 5 Essas obras são: *Recherches sur l'organisation des corps vivants* (1802), *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1816-22) e o *Système analytique des connaissances positives de l'homme* (1830), por exemplo.
- 6 Como a *Hydrogéologie*, por exemplo.
- 7 Chama-se de "lamarckismo" uma teoria defendida após o surgimento da teoria de Darwin por alguns autores que consideravam que a evolução biológica pode ser explicada sem a suposição da seleção natural, utilizando-se apenas as concepções do uso-desuso e herança de caracteres adquiridos.
- 8 Um estudo aprofundado do trabalho de Lamarck, a partir de suas obras originais, é apresentado em MARTINS (1993), *A teoria da progressão dos animais de Lamarck*.

Referências bibliográficas

DARWIN, Charles *The variation of animals and plants under domestication*. London: John Murray, 1868. .

- LAMARCK, Jean Baptiste de Monet. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. 2ème édition. 11 vols. Paris: Baillièrre, 1835-1845.
- . *Philosophie zoologique*. 2 vols. Paris: Libraire F.Savy, 1873.
- . *Recherches sur l'organisation des corps vivants*. Paris: Fayard, 1986.
- . *Hydrogeology*. Trad. Albert V. Carozzi. Urbana: University of Illinois, 1964.
- . *Système analytique des connaissances positives de l'homme*. Paris: Chez l'Auteur, au Jardin du Roi, 1820.
- MANUEL, Diana E. History and philosophy of science with special reference to biology: what can it offer teachers? *Journal of Biological Education* 20: 195-200, 1986.
- McCLUNG, Erwin Clarence. The accessory chromosome – sex determinant? *Biological Bulletin* 3: 42-84, 1902.
- MARTINS, Lilian A. C. Pereira. *A teoria da progressão dos animais de Lamarck*. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 1993.
- . Lamarck e o vitalismo francês. *Perspicillum* 9: 25-68, 1995.
- . Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. *Episteme. Filosofia e História da Ciência em Revista* 2 (3): 33-54, 1997.
- . Thomas Hunt Morgan e a teoria cromossômica: de crítico a defensor. *Episteme. Filosofia e História da Ciência em Revista* 3 (6): 100-26, 1998 (a).
- . McClung e a determinação do sexo: do equivoco ao acerto. (submetido a publicação), 1998 (b).
- MARTINS, Lilian A. C. Pereira & MARTINS, Roberto de Andrade. Geração espontânea: dois pontos de vista. *Perspicillum* 3 (1): 7-32, 1989.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Abordagens, métodos e historiografia da história da ciência. In: MARTINS, Ângela Maria (ed.). *O tempo e o cotidiano na história*. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 1993. (série Idéias, 18). pp. 73-8.
- PASTEUR, Louis *Mémoires sur les corpuscules organisés que existent dans l'atmosphère. Examen de la doctrine des générations spontanées*. Paris: Mallet-Bachelier, 1862. Reproduzido em PASTEUR, *Oeuvres*, vol. 2, pp. 210-94.
- POUCHET, Félix Archimède. *Hétérogénie ou traité de la génération spontanée*. Paris: Baillièrre, 1859.
- PUMFREY, Stephen. History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and their aims. *The British Journal for the History of Science* 24: 61-78, 1991.
- REDI, Francesco. *Opere di Redi*. 3 vols. Venezia: G. Gabbriolo, 1712.

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins é Especialista em História da Ciência (UNICAMP), Mestre e Doutora em Ciências Biológicas na área de Genética (UNICAMP), pós-doutoranda da FAPESP, pesquisadora do Grupo de História e Teoria da Ciência do DRCC/IFGW/UNICAMP. Caixa Postal 6059, 13081-970 Campinas, SP; home-page <http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc>, e-mail lacpm@uol.com.br