

O uso de episódios históricos no ensino e a natureza da ciência: as contribuições de Alfred Russel Wallace e Charles Darwin

The use of historical episodes in science teaching and the nature of science: Alfred Russel Wallace's and Charles Darwin's contributions

Resumo

Há vários estudos que consideram que a história da ciência pode constituir uma ferramenta útil para o ensino da ciência. De acordo com os mesmos, a história da ciência pode contribuir para a formação de uma visão mais adequada acerca da dinâmica do pensamento científico, dos conceitos, métodos, contribuições dos cientistas e da própria prática científica, ou seja, permitir uma melhor compreensão acerca da natureza da ciência. Por outro lado, diversos estudos têm revelado o quão difundidas no contexto escolar são as concepções equivocadas acerca da natureza da ciência. Elas se referem, sobretudo, a uma visão empírico – indutivista.

O objetivo deste trabalho é discutir a partir das contribuições de Charles Darwin (1808-1882) e Alfred Russel Wallace (1813-1903) alguns aspectos-chave relacionados à natureza da ciência que não costumam ser abordados no contexto escolar.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Charles Darwin, Alfred Russel Wallace, Natureza da Ciência

Abstract:

There are several studies considering the history of science as an important tool for science teaching. According to them, the history of science may contribute to build a more adequate view towards the dynamic of scientific thought, concepts, methods, scientists' contributions as well as scientific praxis, that is, enables a better understanding of the nature of science. On the other hand, several studies have showed how much misconceptions of the nature of science are spread in the school context. They are mainly related to an empirical-inductivist.

The aim of this work is departing from Darwin's and Wallaces' contributions to discuss some aspects of the nature of science that in general are not mentioned in the school context.

Keywords: Sciences teaching, Charles Darwin, Alfred Russel Wallace, Nature of science

As contribuições de Darwin, Wallace e a natureza da ciência

Atualmente existe um interesse crescente em que o ensino de ciência seja apresentado de maneira contextualizada e não apenas como uma retórica de conclusões. Nesse sentido, a utilização de componentes históricos e filosóficos nas aulas de ciências pode contribuir para isso.

Uma série de documentos internacionais referentes à reforma curricular de vários países como, por exemplo, a Austrália, Canadá, África do Sul, Reino Unido e Estados Unidos têm dado destaque, nas últimas décadas, à compreensão da natureza da ciência como um componente crítico da alfabetização científica. No Brasil mais recentemente essa preocupação aparece na edição dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Lederman, 2007, p. 831; Medeiros & Filho, 2000, p. 107).

Paralelamente às recomendações internacionais, em vários países um grande número de pesquisas vem sendo realizado com o objetivo de estudar as concepções de professores e alunos do ensino médio e superior acerca da natureza da ciência. Esses estudos, independentemente da metodologia utilizada, tem mostrado que os professores e estudantes em geral apresentam concepções inadequadas sobre a natureza da ciência. Entre as concepções inadequadas frequentemente encontradas estão:

- o conhecimento científico é conhecimento provado objetivamente e por isso é confiável¹;
- visão empírico-indutivista da ciência, ou seja, as teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento;
- a ciência está baseada no que podemos ver, ouvir, tocar, etc. Opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não tem lugar na ciência;
- não consciência do papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico;
- falta de compreensão das noções de ‘fato’, ‘evidência’, ‘observação’, ‘experimentação’, ‘modelos’, ‘leis’ e ‘teorias, bem como de suas inter-relações, etc. (MacComas, 1998; Chalmers, 2001; Lederman, 2007; El-Hani, 2004).

Por outro lado, mesmo que nos últimos anos tenha havido um aprimoramento com relação à parte histórica em alguns livros didáticos, de um modo geral, a forma pela qual ela geralmente é apresentada não dá uma ideia sobre o processo de construção do pensamento científico como um empreendimento coletivo; sobre a possibilidade de vários autores chegarem independentemente a uma mesma concepção. Mesmo quando mencionam este aspecto não ressaltam as diferenças entre as concepções dos autores mencionados, como ocorre com a seleção natural concebida por Wallace e por Darwin. Em geral omitem a existência de dificuldades e conflitos nas explicações de fenômenos naturais e não levam em conta a existência de modificações graduais em relação às ideias dos cientistas.

A partir desta perspectiva procuramos oferecer ao professor subsídios para que ele discuta com seus alunos sobre os processos envolvidos na construção do conhecimento científico.

O princípio de seleção natural

A teoria de evolução de Darwin descortinou um novo panorama para a biologia trazendo implicações diversas tanto para as relações entre os seres vivos entre si e com o meio como para a sistemática, entre outros aspectos. O princípio da seleção natural é geralmente considerado como uma de suas mais relevantes contribuições. Estudos históricos mostram, entretanto, que outro naturalista chegou à mesma ideia sem

¹ É o que Allan Chalmers chamou de “visão indutivista ingênua da ciência”. De acordo com essa visão, a ciência começa com a observação que, por sua vez, propicia uma base segura para o conhecimento (Chalmer, 1993, p. 24; 46).

conhecimento do trabalho que Darwin vinha escrevendo há mais de vinte anos. Este naturalista foi Alfred Russel Wallace.

Isso suscita uma pergunta: É possível indivíduos diferentes, muitas vezes vivendo em países ou localidades diferentes, um sem saber do que o outro estava fazendo chegarem a uma mesma concepção, terem uma mesma ideia? A resposta é positiva. É possível sim. Aconteceu com Darwin e Wallace, mas também existem outros exemplos na história da ciência.²

Nos artigos de Darwin e Wallace apresentados na *Linnean Society* em 1858, suas ideias sobre o princípio da seleção natural são bastante semelhantes, como o próprio Darwin reconheceu, embora Wallace não tenha utilizado o termo “seleção natural”.

No caso desses dois naturalistas, ambos viveram na Inglaterra no período vitoriano, embora Wallace fosse mais jovem. Interessavam-se pela História natural. No século XIX, a história natural era muito popular na Grã Bretanha. Embora não se pudesse dizer que o colecionador fosse um profissional estabelecido como o médico ou clérigo, fazia parte de uma tradição que vinha desde o século XIV. Na Grã Bretanha vitoriana era grande a paixão por descrever e colecionar objetos naturais e existia todo um encantamento com a exclusividade de tais objetos (Camerine, 1996, p. 44; Carmo & Bizzo & Martins, 2009, p. 230).

Darwin e Wallace leram as mesmas obras: *Principles of Geology*, de Charles Lyell (1797-1875); *Essay on populations*, de Malthus (1766-1834) e *Vestiges of the Natural History of Creation*, de Chambers (1802-1871), dentre outras. Ambos tiveram contato com a biodiversidade através de suas viagens e visitaram arquipélagos. Darwin realizou uma viagem ao redor do mundo a bordo do *HMS Beagle*, a qual proporcionou a coleta de dados e informações acerca do processo evolutivo e da origem das espécies. Wallace, de modo análogo a Darwin, colheu dados e informações através de duas viagens: uma para a América do Sul e a outra para o Arquipélago Malaio. Será que só isso seria suficiente para que eles chegassem simultaneamente a uma mesma concepção? Não. Outros naturalistas como Henry Walter Bates (1825-1892), por exemplo, que viveu na mesma época e teve contato provavelmente com a mesma literatura científica, além de ter observado a diversidade biológica, não chegaram às mesmas conclusões.

Nesse sentido, é importante ressaltarmos que a criatividade, a curiosidade, a habilidade em articular ideias, a perspicácia e o senso de observação e inferência fazem parte do empreendimento científico. Caso não fizessem, bastaria seguir um único “método científico” (como se costuma defender nos livros didáticos) que as pessoas chegariam às mesmas conclusões.

De acordo com Allan Chalmers, a observação está relacionada com as experiências subjetivas que eles (observadores) vivenciam ao verem um objeto ou uma cena, ou seja, o que o sujeito observa não é determinado apenas pelas imagens sobre suas retinas, mas depende também de suas experiências passadas, de seu conhecimento e suas expectativas (Chalmers, 1993, p. 49-50).

² Entre 1842 e 1847, a hipótese da conservação da energia foi anunciada publicamente por quatro cientistas europeus que desconheciam completamente um o trabalho do outro. Outro exemplo de “descoberta simultânea” diz respeito a ideia de energia. C. F. Mohr, William Grove, Faraday e Liebig na mesma época, descreveram alguns fenômenos como a manifestação de uma única força que poderia ser térmica elétrica, dinâmica e de muitas outras formas. Mas que, entretanto, nunca poderia em todas as suas transformações ser criada ou destruída. Essa força, posteriormente, foi conhecida pelos cientistas como energia. Para mais detalhes ver Kuhn, 1959.

Nesse sentido, Norman Lederman chama nossa atenção para a importância do educando discernir o que é observação e inferência, pelas implicações profundas em relação à natureza da ciência, que essa distinção traz (Lederman, 2007). Conforme a visão indutivista da ciência, a observação produz uma base segura da qual o conhecimento é derivado, ou seja, a observação é uma atitude puramente racional, destituída de pré-conceitos e da subjetividade de quem está observando (Chalmers, 1993).

Segundo Lederman (2007), quem está observando na realidade muitas vezes está inferindo porque a observação de maneira neutra não existe por mais que haja um esforço para que isso aconteça.

Apesar de o conhecimento científico ser pelo menos parcialmente baseado ou derivado de observações do mundo natural (ou seja, empírico), ele não obstante envolve imaginação e criatividade humana. A ciência ao contrário, da crença comum, não é totalmente sem vida e racional. Ela envolve a invenção de explicações, e isto requer uma grande quantidade de criatividade por parte dos cientistas. Este aspecto da ciência, acoplado com sua natureza inferencial, implica na formação dos conceitos científicos (Lederman, 2007, p. 834).

Talvez isso explique, conforme vimos, por que outros naturalistas que de modo análogo a Darwin e Wallace tiveram acesso à diversidade biológica de outras regiões e leram as mesmas obras que eles não chegaram às mesmas conclusões que eles.

Outra indagação, que tem a ver com a dinâmica da ciência, e que pode surgir é: E se Wallace tivesse publicado seu artigo antes, sem consultar Darwin ou mesmo após consultá-lo?

A prioridade e o crédito seriam conferidos a ele. É assim que a ciência funciona. Daí o temor de Darwin. Entretanto, ele teve amigos como Hooker (1817-1911) e Asa Gray (1810-1888) que o aconselharam a publicação dos dois trabalhos no periódico da *Linnean Society* e Darwin teve a felicidade de lidar com um colega que foi honesto e concordou com isso.

Na sequência pode surgir uma outra pergunta: Será que as ideias de Darwin e Wallace sobre o princípio da seleção natural permaneceram as mesmas no decorrer de suas vidas?

Pode-se dizer que Darwin, em suas diferentes obras, foi aplicando o princípio da seleção natural a organismos diferentes, inclusive ao homem. Entretanto, como não considerava a seleção natural como o único agente evolutivo, houve aspectos que ele explicou através da herança de caracteres adquiridos pelo uso e desuso ou através da seleção sexual, como no caso das cores peculiares aos machos de algumas espécies.

Em relação ao pensamento de Wallace, ele sofreu mudanças no tocante à amplitude de ação da seleção natural. Houve momentos em sua carreira em que ele admitiu que havia alguns órgãos ou faculdades humanas que não podiam ser explicadas pela seleção natural, mas se deviam a “inteligências superiores”. Alguns estudos consideram que sua adesão ao espiritualismo pode ter contribuído para isso. Por outro lado, muito do que Darwin explicava através da seleção sexual, Wallace explicava através da seleção natural.

Será que as teorias de Darwin e Wallace eram iguais em sua totalidade?

A resposta é não. Darwin, ao regressar da viagem do *Beagle*, passou décadas de sua vida escrevendo versões de sua teoria procurando fundamentá-la e justificá-la até a publicação da primeira edição da *Origem das espécies* (1859). Wallace deixou diversas obras, mas seu estilo é diferente. Ao que tudo indica sua intenção inicial não foi apresentar argumentos e evidências para fundamentar uma teoria como um todo, mas talvez contribuir

para alguns de seus aspectos. Após a morte de Darwin, de quem se considerava um seguidor, Wallace apresentou as ideias de Darwin, acrescidas de suas próprias ideias de acordo com o estado dos conhecimentos da época em *Darwinism* (1889), mas enquanto Darwin era vivo ele não fez isso, contribuindo para fundamentar partes da teoria proposta por Darwin.

Outra pergunta que pode surgir é: Por que nos dias de hoje, geralmente, só Darwin é lembrado como proponente do princípio da seleção natural?

É interessante mencionar que até o início do século XX se falava no “Princípio da seleção natural de Darwin e Wallace”. Isso aparece nos trabalhos de August Weismann (1834- 1914), por exemplo, um dos mais radicais defensores do darwinismo. Por que será que as coisas mudaram?

Como chegam as informações para os leitores, no caso, vai depender do modo pelo qual elas são difundidas. Infelizmente existe ainda uma visão que consiste em valorizar no passado aquilo que se aceita no presente³ e muitas pessoas acreditam que a teoria de Darwin é aceita atualmente em sua totalidade, o que não é procedente. Ou então, que o conhecimento científico é obra de contribuições individuais de indivíduos geniais e a eles deve ser creditado, colocando Darwin nessa categoria.

A análise da teoria de seleção natural de Darwin e Wallace ainda nos mostra, que a construção de teorias como a evolutiva, por exemplo, é o resultado de um trabalho coletivo que envolve as contribuições de vários indivíduos, dentro de um mesmo contexto, envolvendo erros e acertos (Carmo, Bizzo & Martins, 2009, p. 229).

Outros indivíduos como Lamarck (1744-1829) e Chambers e até o próprio avô de Darwin, Erasmus Darwin (1794-1796) haviam proposto que as espécies não eram imutáveis, ou seja, que elas se modificavam no decorrer do tempo. Portanto, a hipótese que as espécies evoluem, não foi uma ideia inédita de Darwin e Wallace. Eles apenas propuseram que o principal mecanismo que rege a evolução é a seleção natural.

Entretanto, é interessante notar que a expressão “seleção natural” não foi proposta originalmente por Darwin. O próprio Darwin reconheceu no prefácio do *Origin*, que esta expressão já havia sido empregada na *Royal Society* em 1813 pelo Dr. W. C. Wells, quando ele leu um artigo de sua autoria que tratava do caso de uma mulher branca cuja pele em parte se assemelhava à pele de um negro (Darwin, [1875], 1952, p. 2).

Desta forma, é possível mostrar aos alunos que a construção de uma teoria envolve a contribuição dos trabalhos de vários pesquisadores, mesmo daqueles que em determinada época foram duramente criticados. Entretanto não queremos dizer com isso que a ciência seja linear e cumulativa. Queremos apenas esclarecer, que as idéias não surgem do nada, como um *insight* do tipo *Eureka* ou a maçã na cabeça do Newton⁴, ou ainda através de sonhos, como o caso de Kekulé, que havia sonhado com uma cobra mordendo o próprio rabo e assim, teria proposto a estrutura do anel de benzeno. Tudo faz parte de um contexto, ou seja, o pensamento científico não é construído por gênios que por uma inspiração divina formularam determinada teoria.

³ Esta é uma visão anacrônica, *nbig*. Para mais detalhes ver Lilian Martins, 2010; Maria Elice Prestes 2010; Roberto Martins, 2011 e Nelio Bizzo, 2011.

⁴ Para mais detalhes ver Roberto Martins: Arquimedes e a coroa do rei, 2000 e A maçã de Newton: história, lenda e tolices, 2006.

Nesse sentido, seria difícil pensar nas propostas de Darwin e Wallace, sem considerar as contribuições anteriores relacionadas à geologia, à sistemática, à biogeografia ou mesmo à evolução.

Através do princípio de seleção natural é interessante mostrar aos alunos, conforme foi visto, a existência de transformações graduais nas concepções defendidas por cada cientista.

Wallace que inicialmente acreditava que a seleção natural dava conta de explicar todas as características dos seres vivos, no final da década de sessenta passou a admitir que em relação ao homem a seleção natural era inadequada para explicar algumas características físicas, além das faculdades intelectuais e morais humanas. Posteriormente, voltou atrás e manteve a sua crença na eficácia da seleção natural para explicar todas as características humanas, inclusive o cérebro. Mas continuou mantendo que as faculdades mentais humanas não sofriam a ação desse princípio.

Por outro lado, Wallace que foi inicialmente favorável à teoria da seleção sexual, passou a questionar a explicação oferecida por Darwin de que as diferenças sob o ponto de vista da ornamentação, estrutura e cor existentes entre os machos e fêmeas eram devidas quase unicamente à seleção sexual, por conferirem ao macho, superioridade em relação à beleza, armas de defesa, de ataque, etc. Ele também discordou que tais características ocorriam devido à luta dos machos pela posse da fêmea ou devido à preferência da fêmea pelos machos que mais lhe agradavam.

Para Wallace, tais diferenças podiam ser explicadas pela seleção natural. Muitas vezes a coloração dos animais estava relacionada à proteção ou ao reconhecimento pela própria espécie. Wallace passou a admitir que o termo seleção sexual devia se restringir somente aos resultados diretos da luta e combate entre os machos.

Este é um exemplo bastante interessante de que o pensamento dos cientistas tem idas e vindas. Nem sempre as suas posições em relação a determinado assunto, permanecem as mesmas durante sua vida. Os cientistas podem mudar de opinião mediante novas evidências encontradas, ou mesmo por fatores extra-científicos, como políticos, religiosos, pessoais, econômicos etc.

O público em geral e até mesmo alguns estudiosos, acreditam que Wallace mudou de posição em relação a abrangência da seleção natural devido a sua conversão ao espiritualismo, ou seja, por um fator extra-científico, neste caso, religioso.

Entretanto, é importante esclarecer que Wallace frizou em diversas ocasiões que não foi sua conversão ao espiritualismo que o fez mudar de opinião em relação à seleção natural e que ambos não eram incompatíveis mas complementares.

Embora, Wallace alegasse que o espiritualismo tinha o mesmo *status* que a seleção natural (ele não via o espiritualismo como religião), consideramos que esta foi uma explicação não conceitual (extra-científica) para a seleção natural.

Wallace pode ser considerado o “pai” da biogeografia ou zoogeografia?

É muito comum as pessoas se referirem a esse termo (“pai”) atribuindo àquele estudioso a autoria de uma determinada teoria, por exemplo. Assim, devido aos seus estudos biogeográficos no Arquipélago Malaio, Wallace muitas vezes é mencionado como

o “pai da biogeografia ou da zoogeografia”⁵. Entretanto, podemos indagar: esta afirmação pode ser considerada correta?

A resposta é não. Primeiro porque a ciência é um empreendimento coletivo. Ela não é construída por gênios isolados. A biogeografia como um ramo da ciência foi sendo construída por uma série de pesquisadores que de uma maneira ou outra trouxeram suas contribuições. Com Wallace não foi diferente. Suas pesquisas foram embasadas em inúmeros trabalhos aos quais ele teve acesso e não apenas por observações empíricas.

Quando Wallace iniciou seus estudos neste campo, a biogeografia já era uma área científica bem estabelecida, embora houvesse diferentes explicações para os padrões biogeográficos de distribuição. Do nosso ponto de vista, a contribuição mais relevante de Wallace foi sua tentativa em explicar os padrões de distribuição biogeográfica a partir de um ponto de vista evolucionário.

Charles Smith, considerado um dos especialistas em Wallace, costuma dizer que Wallace era um geógrafo que pensava em evolução. Concordamos que Wallace teve grande interesse por assuntos relacionados à geografia e à geologia. Entretanto, no cerne de seu pensamento estava a questão da origem e evolução das espécies. Muitas questões relacionadas aos interesses de Wallace em esclarecer os padrões biogeográficos de distribuição estavam relacionadas ao seu interesse em fornecer evidências para corroborar a teoria da comum descendência e explicar o passado geológico da Terra.

Também não podemos dizer que Wallace tenha sido “o primeiro” ou o “precursor” da biogeografia. O “primeiro” é algo problemático, pois não conhecemos todos os casos e recaímos no indutivismo ingênuo. O “precursor” também traz problemas em termos metodológicos. Até que ponto é adequado procurar no passado ideias que são aceitas atualmente? Isso já foi discutido por autores como Metzger ou Canguilhem, por exemplo. Além disso, nas versões de 1842 e 1844 de sua teoria Darwin fez reflexões e tentativas para esclarecer alguns padrões biogeográficos de distribuição do Arquipélago Malaio procurando relacioná-los à sua teoria evolutiva (Camerine, 1996).

Através deste exemplo é também possível discutir com os alunos o fato de que a ciência não surge do nada, nem é obra de um único indivíduo. Os cientistas e suas contribuições estão inseridos em um contexto científico, social, religioso e econômico. Por isso é necessário esclarecer que mesmo que alguns cientistas tenham oferecido importantes contribuições para determinadas áreas, destacando-se, não podem ser considerados “pais” de suas descobertas uma vez que a ciência é um empreendimento coletivo e não individual.

Assim nossa análise acerca das contribuições de Wallace para ciência detectou alguns aspectos acerca da natureza da ciência que geralmente não costumam ser exploradas no ensino de biologia, tais como:

- O conhecimento científico resulta da contribuição coletiva de vários indivíduos;
- É possível dois ou mais indivíduos chegarem simultaneamente e independentemente a uma mesma concepção;
- As múltiplas influências de ideias que “estão no ar” (influências culturais) no desenvolvimento da ciência;
- A existência de transformações graduais nas concepções defendidas por cada cientista;
- Alguns princípios fundamentais da ciência não se basearam em estudos empíricos ou em um “método científico” (como costuma se defender nos livros didáticos).

⁵ Isso é observado em vários sites sobre a biogeografia na Internet.

Referências bibliográficas

BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. Os quatro whiggismos de Robert Maxwell Young. *Boletim de História e Filosofia da Biologia* 5 (1): 2-8, mar. 2011. Disponível em : <http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-05-n1-Mar-2011.pdf>. Acesso em 20 de março de 2011.

CAMERINE, Jane R. Evolução, biogeografia, and maps: an early history of Wallace's line. *Isis*, 84: (4): 700-727, 1993.

CARMO, Viviane Arruda do. *Concepções evolutivas de Charles Darwin no Origin of Species e de Alfred Russel Wallace em Darwinism: um estudo comparativo*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Pontifícia Universidade Católica, 2006.

_____. As concepções de Alfred Russel Wallace acerca da cor e ornamentos dos animais e sua crítica à seleção sexual. *Filosofia e História da Biologia* 3: 377-392, 2008.

CARMO, Viviane Arruda do & MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo. *Filosofia e História da Biologia* 1: 335-350, 2006.

_____. Algumas concepções evolutivas de Darwin no *Origin of Species* e de Wallace em *Darwinism*. In: MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle Celestino; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. Seleção de Trabalhos do 5º Encontro*. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, 2008, p. 455-461.

CARMO, Viviane Arruda do; BIZZO, Nelio Marco Vincenzo & MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Alfred Russel Wallace e o princípio de seleção natural. *Filosofia e História da Biologia* 4: 209-233, 2009.

CHALMERS, Alan. F. *O que é ciência afinal?* Tradução Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

DARWIN, Charles. *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle of life*. [1875]. 6ª ed. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952 (Great Books of the Western World, 49).

_____. On the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. *Journal of the Linnean Society of London*, 3: 45-53, 1858.

_____. *The descent of man and selection in relation to sex* [1871]. Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952 (Great Books of the Western World 49).

DELIZOICOV, Nadir Castilho. Ensino do sistema sanguíneo humano: a dimensão histórico - epistemológica. *In: Silva, Cibelle Celestino (org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. 265-286.

EL-HANI, Charbel Nino; TAVARES, José Madureira; ROCHA, Pedro Luís Bernardo.

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* 9 (3): 265-313, 2004.

_____. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. *In: Silva Cibelle Celestino (org.). Estudos de história e filosofia das ciências : subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. 3- 21.

FAGAN, Melinda B. Wallace, Darwin, and the practice of natural history of biology. *Journal of the History of Biology* 40 (4): 601-635, 2007.

FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo & CARMO, Viviane Arruda. Wallace e a origem do homem: suas concepções e as interpretações historiográficas. *Filosofia e História da Biologia* 2: 227-244, 2007.

FICHMAN, Martin. *An elusive Victorian: the evolution of Alfred Russel*. Chicago/London: The University of Chicago Press, 2004.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. *A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*. Tese de Doutorado. São Paulo, Faculdade de Educação da USP, 2009. 2 vols.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Education* 7 (2): 125-153, 2001.

KHISHFE, Rola ; ABD- EI- Khalick. Influence of explicit inquiry- oriented instruction on sixth grader's views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* 39 (7): 551-578, 2002.

KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz Vianna Boeira & Nelson Boeira, 5º Ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1997.

_____. Energy conservation as an example of simultaneous discovery. In Marshall Clagett. *Critical problems in the history of science*. London: The University of Wisconsin Press, 1959, p. 321-356.

LEDERMAN, Norman G. Nature of science: past, present, and future. In : ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (eds.). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007, p. 831-880.

LEE, Yeung Chung. Teaching the nature of science through practical problem solving in daily – life contexts. *School Science Review* 88 (324): 97-105, 2007.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. A história da ciência e o ensino de biologia. *Ciência & Ensino* (5): 18-21, 1998.

_____. Do whiggismo ao priggismo. *Boletim de História e Filosofia da Biologia* 5 (1): 2-8, mar. 2011. Disponível em: <http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-04-n4-Dez-2011.pdf>>. Acesso em 20 de março de 2011.

_____. História da ciência, objetos, métodos e problemas. *Ciência & Educação*, 11 (2): 305-317, 2005.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira & BRITO, Ana Paula Oliveira Pereira de Moraes. A História da Ciência e o ensino da Genética e Evolução no nível médio: um estudo de caso. In: Silva, Cibelle Celestino (org.). *Subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. 245-263.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência* 9: 3-7, 1990.

_____. Introdução: a história da ciência e o seu uso na educação. In SILVA, Cibelle Celestino da (ed.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. xvii-xxx.

_____. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. In SILVA, Cibelle Celestino da (ed.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. 167-189.

_____. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física* 17 (2): 115-121, 2000.

_____. Seria possível uma história da ciência totalmente neutra, sem qualquer aspecto Whig?. *Boletim de História e Filosofia da Biologia* 4 (3): 4-7, set. 2010. Disponível em : <http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-04-n3-Set-2011.pdf>>. Acesso em 20 de março de 2011.

McCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. P. The nature of science in science education: introduction. *Science & Education*, 7: 511-532, 1998.

PRESTES, MARIA Elice Brzezinski. O whiggismo proposto por Herbet Butterfield. *Boletim de História e Filosofia da Biologia* 4 (3): 2-4, set. 2010. Disponível em : <http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-03-n4-Set-2011.pdf>>. Acesso em 20 de março de 2011.

SMITH, Charles H. Wallace, Alfred Russel (1823-1913). *Dictionary of Nineteenth – Century British Philosophers*, vol 2. London: Thoemmes Press, 2002, p. 1156-1160. Reproduzido por Smith. Disponível em <http://www.wku.edu/~smithch/essays/walldict.htm>. Acesso em: 3 de novembro de 2010.

_____. Historical biogeography: geography as evolution, evolution as geography. New Zealand: *Journal of Zoology* 16: 773-785, 1989. Disponível em <http://people.wku.edu/charles.smith/essays/SMITH89.htm>. Acesso em 12 de novembro de 2010.

_____. Alfred Russel Wallace on spiritualism, man, and evolution: an analytical Essay 1992/1999. Disponível em <http://www.wku.edu/~smithch/essays/Arwpamph.htm>>. Acesso em: 3 de janeiro de 2011.

SMITH, Roger, Alfred Russel Wallace: Philosophy of nature and man. *The British Journal for the History of Science* 6 (2): 177-199, 1972.

WALLACE, Alfred Russel. *Darwinism: an exposition of theory of natural selection with some of its applications*. 2. ed. London: Macmillan, 1890.

_____. *Contributions to the theory of natural selection. A series of essays*. New York: Macmillan and Co; 1870.

_____. Darwin's The descent of man and selection in relation to sex. *The Academy* 2: 177-183. 1871.

_____. *On miracles and modern spiritualism* [1875]. New York: Arno Press, 1975.

_____. On reversed sexual characters in a butterfly, and its interpretation on the theory modification and adaptative mimicry. *Reports of the British Association for the Advancements of Science*, 36: 186-187, 1866.

_____. *My life. A record of events and opinions*. London: Chapman & Hall, 1908.

_____. On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type. *Journal of the Linnean Society of London*, 3: 45-62, 1858.

_____. The origin of human races and the antiquity of man deduced from the theory of natural selection. *Journal of the Anthropological Society of London* 2: clviii-clxxxvii, 1864.

YOUNG, Robert M. *Darwin's metaphor. Nature's place in Victorian culture.*
Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

