

O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI

Rosana Tidon

Eli Vieira

Os cientistas costumam dizer que a biologia evolutiva é o eixo transversal que percorre todas as áreas das ciências biológicas, atingindo inclusive alguns segmentos das ciências exatas e humanidades. A teoria da evolução, acrescida das atualizações e desdobramentos ocorridos nos últimos 150 anos, não só explica a diversidade da vida como também proporciona uma excelente oportunidade para análises e reflexões que desenvolvem o espírito crítico daqueles que a estudam. Por essas razões, o ensino dessa disciplina contribui para formar uma cidadania informada, capaz de tomar decisões pensadas e de se adaptar a mudanças, como destacado no [documento](#) Evolução, Ciência e Sociedade (2002), elaborado por oito sociedades científicas americanas e editado pelo biólogo evolucionista Douglas Futuyma. Apesar do exposto, entretanto, o ensino de biologia evolutiva é ainda problemático em muitos países do mundo, incluindo o Brasil. Nesse contexto é extremamente oportuno que as celebrações referentes à vida e obra de Charles Darwin proporcionem reflexões sobre a forma pela qual o legado desse grande cientista está sendo passado para as gerações futuras. Neste artigo, são discutidos alguns aspectos do ensino da biologia evolutiva, principalmente no ensino médio.

Problemas com o ensino da evolução

Nos Estados Unidos, o ensino da evolução biológica sofre a resistência de organizações criacionistas, principalmente nas regiões com altas proporções de protestantes evangélicos. Essa situação gerou debates históricos, e também o desenvolvimento de um grande número de pesquisas sobre o ensino da evolução biológica. Embora nosso país não apresente fortes tradições criacionistas, nos últimos anos foram sugeridas propostas educacionais de caráter não-científico que, se adotadas, comprometem irremediavelmente a qualidade do ensino de ciências e biologia. Dentre elas, vale ressaltar a contratação de professores de religião para ensinar sobre a origem e diversificação da vida, e a sugestão equivocada de que a teoria do “planejamento inteligente” (intelligent design) é científica. No final de 2008, o Ministério da Educação (MEC) reforçou sua posição no debate relativo ao ensino do criacionismo nas escolas do país: esse modelo não deve ser apresentado em aulas de ciências, como fazem alguns colégios privados, em geral confessionais.

As dificuldades dos professores que trabalham conteúdos de evolução biológica no ensino médio em Brasília (DF) foram levantadas por um de nós (R. Tidon) em 1997, e parcialmente publicadas no artigo “Teaching evolutionary biology” (*Genetics and Molecular Biology*, Vol. 27, 2004) por Rosana Tidon e Richard C. Lewontin. As colocações dos professores, acessadas mediante questionários, apontaram problemas com o material didático, currículo escolar, e falta de preparo dos alunos para compreensão desse assunto. Quando indagados sobre padrões e processos evolutivos, quase a metade dos professores entrevistados demonstrou concepções lamarckistas, ao afirmar que a evolução biológica é direcional, progressista, e que ocorre em indivíduos (ao invés de populações). Essas concepções equivocadas, que simplificam a complexidade da natureza, são muito difundidas em várias partes do mundo, provavelmente porque elas parecem lógicas e fáceis de compreender.

O material didático ao qual os professores de Brasília se referiram ainda não tinha sido analisado pelo MEC, que, em 2004, implantou o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM). Os livros submetidos a esse programa foram avaliados por uma equipe multidisciplinar de especialistas, em associação com docentes de universidades estaduais e federais. Os livros de biologia foram contemplados pelo PNLEM/2007, e os principais problemas conceituais encontrados nessas obras, na área de evolução biológica – que incluem as concepções equivocadas mencionadas acima – foram compilados pelo professor Pedro Rocha (UFBA) e colaboradores no capítulo do *Proceedings of the International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks* (Ioste), publicado pela Universidade de Tunis em 2007. Essa iniciativa, a exemplo

do que ocorreu com os livros para ensino fundamental avaliados pelo MEC, deve aprimorar a qualidade das novas edições dos materiais didáticos para ensino médio.

O currículo escolar, entretanto, ainda apresenta problemas que carecem de solução. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em ciências naturais, para crianças entre 1ª e 4ª séries, enfatizam a ecologia e propõem que os alunos desenvolvam a capacidade de "compreender a natureza como um todo dinâmico, sendo o ser humano parte integrante (...)" (MEC/ Secretaria de Educação Fundamental, 1997). Contudo, essas orientações são demasiado genéricas para guiar o aluno em direção a uma conclusão sobre a importância da evolução nessa dinâmica e integração. Esses estudantes estão incluídos na faixa etária em que Lawrence Lerner (*Nature*, Vol.407, p.287-290, 2000) recomenda que sejam passadas noções de variação, herança de características e idade do planeta. Entretanto, esse conteúdo não recebeu um tratamento específico nas indicações dos PCNs para essas séries. É importante que essas premissas sejam ensinadas para uma posterior compreensão da evolução. As recomendações dos PCN para os últimos ciclos do ensino fundamental (5ª a 8ª séries) dão um salto qualitativo nesse assunto. É ressaltado, por exemplo, que as noções lamarckistas de mudança são intuitivamente sedutoras, e é dito que "serão destacadas explicações evolucionistas" (MEC/SEF, 1998). Contudo, se as noções de variação e tempo não estiverem bem sedimentadas, por conta de sua ausência nas recomendações anteriores, o trabalho do professor pode ser dificultado.

Os chamados PCN+ (MEC/SEMTEC, 2002) relatavam, na seção de biologia, que "tradicionalmente o ensino da biologia tem sido organizado em torno das várias ciências da vida – citologia, genética, evolução, ecologia, zoologia, botânica, fisiologia –, e as situações de aprendizagem, não raramente, enfatizam apenas a compreensão dessas ciências, de sua lógica interna, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e conceitos, de seus métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos. Nessas circunstâncias, a ciência é pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para nela intervir e os conhecimentos científicos acabam sendo abordados de modo descontextualizado". Para dirimir essa descontextualização, os PCN+ propõem algumas soluções. Por exemplo, sugerem que a questão étnica entre nas aulas de genética, e que em ecologia seja destacado o desenvolvimento sustentável; além disso, dividem o ensino de biologia em temas estruturais, sendo o sexto deles a origem e evolução da vida. Esse passo positivo, entretanto, mantém a situação problemática em que a evolução é relegada ao último ano (e, muitas vezes, últimas semanas) do ensino médio. Tanto nesse quesito quanto em outros as recomendações têm melhorado nos últimos anos. O Ministério da Educação ouviu as críticas, como a de Nélcio Bizzo, sobre "o caminho de frases feitas" em que os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio haviam se enveredado, e enfatizou, nos parâmetros mais recentes, que a evolução – além de ser um dos temas estruturais – é também "elemento central e unificador" no estudo de biologia (*Orientações curriculares para o ensino médio*, MEC/SEB V ol. 2, 2006a). O mesmo órgão publicou, em 2006, um material de alta qualidade sobre biologia e evolução (coleção *Explorando o ensino*; MEC/SEB, Vol.6, 2006b) que pode ser usado em sala de aula.

Em suma, os manuais públicos para os professores de ciências e de biologia, no que concerne o ensino da teoria evolutiva, cumprem o seu papel relativamente bem a partir da 5ª série. Falta, então, que esse material seja adequadamente aplicado na prática. Delinearemos adiante algumas sugestões com esse intento.

Propostas para lidar com as dificuldades apontadas

Diversos profissionais e associações, no mundo todo, se preocupam com a qualidade do ensino da evolução biológica. No Brasil, esse assunto é objeto de reflexão do governo, de diversos tipos de associações, e de educadores. Os Parâmetros Curriculares Nacionais recomendam que todas as ciências biológicas sejam conectadas transversalmente por um eixo ecológico-evolutivo. Os Programas Nacionais do Livro Didático têm proporcionado uma melhoria significativa na qualidade dessas obras, aprimorando a correção conceitual e metodológica em várias disciplinas, inclusive a evolução biológica. Sociedades científicas e não científicas têm se manifestado através da imprensa e, principalmente, da internet, onde há vários sites com materiais e informações sobre evolução biológica. A continuidade desses investimentos é essencial para ajudar os professores a utilizar corretamente a teoria evolutiva como eixo transversal do processo de ensino-aprendizagem das ciências biológicas, conforme recomendado. As propostas para sanar os problemas apontados, já em andamento no Brasil em diferentes estágios de maturidade, podem ser organizadas em três abordagens complementares. A primeira é a formação contínua de professores, através do apoio a cursos e oficinas. A segunda diz respeito à revisão e reforço dos currículos de ciências e biologia, em particular, com o objetivo de melhorar, de uma forma prática, o programa curricular do Ministério da Educação. Finalmente, é de extrema importância a continuidade do Programa Nacional do Livro Didático.



Crédito: © Tree of Life Web Project – <http://tolweb.org>

As aulas previstas para a formação de professores teriam dois objetivos principais. Em termos de conteúdos, devem incluir a identificação de suas pré-concepções, a mudança conceitual necessária, e a atualização dos conhecimentos. Por outro lado, é necessário fornecer instrumentos de ensino para esses professores, tais como o material didático, a linguagem, e o tempo disponível em sala de aula para lidar com a disciplina. O reconhecimento dos equívocos dos professores sobre o processo evolutivo é necessário, dada a forte possibilidade de que vários deles, inconscientemente, tenham concepções lamarkistas. Ou seja, o primeiro passo para que ocorra a mudança de conceitos consiste em compreendê-los. Com o intuito de avaliar a compreensão de conteúdos de evolução, Anderson e colaboradores publicaram no *Journal of Research in Science Teaching* (2002, Vol.39, p.952-978), o "Inventário conceitual da seleção natural" uma lista com 20 testes de múltipla escolha, que contrasta concepções alternativas. Uma atividade como essa, aplicada no primeiro dia do curso, poderia ser o ponto de partida para reconhecer os equívocos dos professores, ilustrando ao mesmo tempo uma técnica que poderia ser usada mais tarde na sua própria sala de aula. Essa estratégia está em total conformidade com as recomendações do MEC (MEC/SEF, 1997), onde se lê: "Contrapor e avaliar diferentes explicações favorece o desenvolvimento de postura reflexiva, crítica, questionadora e investigativa, de não-aceitação *a priori* de ideias e informações. Possibilita a percepção dos limites de cada modelo explicativo, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e ação".

A questão do tempo dedicado ao ensino evolução, bem como a distribuição desse conteúdo no currículo, é talvez um pouco mais complicada. As recomendações do MEC para o ensino médio ("PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias". MEC/SEMTEC, 2002) enfatizam a importância de integrar conhecimentos de várias áreas biológicas, uma vez que "a percepção profunda da unidade da vida, diante da sua vasta diversidade, é de uma complexidade sem paralelo em toda a ciência e também demanda uma compreensão dos mecanismos de codificação genética, que são a um só tempo uma estereoquímica e uma física da organização molecular da vida. Ter uma noção de como operam esses níveis submicroscópicos da biologia não é um luxo acadêmico, mas sim um pressuposto para uma compreensão mínima dos mecanismos de hereditariedade e mesmo da biotecnologia contemporânea, sem os quais não se pode entender e emitir julgamento sobre testes de paternidade pela análise do DNA, a clonagem de animais ou a forma como certos vírus produzem imunodeficiências". No entanto, é difícil alcançar esses objetivos nas circunstâncias atuais, com os conteúdos dessa disciplina distribuídos no currículo de forma ainda insatisfatória, e concentrados no

final do ensino médio ou uma parte dele. Deve-se focalizar a continuidade da aprendizagem. Cada experiência sucessiva deve ter sua origem na precedente, ampliando e aprofundando a abordagem das questões tratadas. Para que aprender biologia não seja comparável a colecionar selos, os alunos devem aprender evolução ao longo da educação básica na forma de um longo argumento, com as premissas antecedendo as conclusões num todo coerente que tem seu desfecho na competência de compreender Darwin, Alfred Wallace e um panorama geral da síntese neodarwinista. Neste sentido, o quadro abaixo apresenta sugestões para a distribuição do conteúdo de biologia evolutiva através do currículo, e pode servir como ponto de partida para as reflexões sobre o assunto.

Quadro - Distribuição dos conteúdos necessários para prover o aluno com uma boa compreensão do papel unificador de evolução nas ciências da vida, em diferentes faixas etárias. (modificado de Lerner, 2000).

Ensino fundamental

- Entre 6 e 10 anos deve-se focalizar fatos e ideias básicas de evolução, que mais tarde podem ser incorporados em visões do mundo mais amplas. Os alunos devem compreender que os seres vivos se reproduzem; que seus descendentes são semelhantes aos pais, mas não exatamente como eles; que os indivíduos crescem antes de se reproduzir; que existem vários níveis de ajustamento entre indivíduos, espécies, e meio ambiente; e que a Terra tem mais de quatro bilhões de anos de idade, ao longo dos quais o planeta e a biodiversidade vem sofrendo mudanças.
- Entre 11 e 14 anos as ideias anteriores contribuem para a compreensão da competição entre indivíduos e espécies; da consequência do fato de nem todos os indivíduos sobrevivem e se reproduzem; da limitação imposta por fatores ambientais (tais como disponibilidade de alimento, água, predadores e clima) ao número de descendentes que sobrevivem; da variabilidade entre indivíduos que conduz à sobrevivência diferencial em um ambiente particular; das adaptações a diferentes tipos de ambientes; do impacto de mudanças ambientais na estabilidade das espécies; da variação genética que resulta da reprodução sexual e mutações; e da forma não aleatória pela qual a seleção natural atua nas populações.

Ensino médio

- Entre 15 e 18 anos as ideias anteriores podem ser unificadas, paralelamente à introdução de conceitos importantes, como deriva genética e seleção sexual. As complexas interações dos ecossistemas são compreendidas com aplicações desses conceitos básicos. A espécie humana deve ser considerada como uma parte integrante do ambiente, e responsável por algumas das mudanças que causam desequilíbrios ecológicos em diferentes partes do mundo. A magnitude da escala de tempo evolutivo, tão diferente da escala da vida cotidiana, é difícil de ser percebida e deve ser trabalhada com cuidado. O fato de a mesma escala temporal ser usada na evolução geológica e biológica é um importante elo entre as duas ciências. Paralelamente a esses conceitos macroscópicos, os mecanismos microscópicos subjacentes devem ser introduzidos na grade, em níveis adequados. Estes incluem a relação entre genótipo e fenótipo, a expressão de DNA na síntese proteica e as implicações desse fato nos vários níveis de organização, das organelas – através de células, tecidos, órgãos e organismos individuais – para as populações. É importante também ensinar que a evolução biológica não ocorrer no vácuo: os componentes vivos e não-vivos da Terra coexistem e influenciam-se mutuamente. Assim, os fatos e, posteriormente, a estrutura teórica da evolução geológica devem ser introduzido em paralelo com a evolução biológica. Do mesmo modo, a Terra faz parte do sistema solar, o qual é parte de uma hierarquia de estruturas ainda maiores. O aluno deve ser estimulado a compreender a história do Universo a partir de uma visão cosmológica geral para escalas menores, caracterizando a Terra e os seus elementos, a partir de uma perspectiva unificada.

***Rosana Tidon** é professora associada pertencente ao Laboratório de Biologia Evolutiva na Universidade de Brasília (UnB). **Eli Vieira** é biólogo ligado ao Instituto de Ciências Biológicas da UnB*