

DISCUTINDO EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA SOBRE CORPO HUMANO

Discussing biological evolution in the elementary education: a teaching strategy about human body

Leonardo Augusto Luvison Araújo [leonardo_luvison@hotmail.com]

Estudante de doutorado no Curso de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Avenida Paulo Gama, 110. CEP: 90046-900 - Porto Alegre, RS, Brasil

Ronaldo Antônio Paesi [ronaldopaesi@hotmail.com]

Professor do Estado do Rio Grande do Sul - Rua São Manoel, 1981. CEP: 90620-110 – Porto Alegre, RS, Brasil

Resumo

A evolução biológica tem uma importância fundamental para a Biologia contemporânea. Devido a sua relevância e as dificuldades de ensino, diversos autores tem apontado a necessidade de o conhecimento evolutivo ser abordado desde o Ensino Fundamental. O cenário no Brasil, contudo, é bem diferente: a teoria evolutiva é frequentemente trabalhada apenas no final do Ensino Médio. Considerando essa problemática na educação brasileira, o presente trabalho apresenta uma estratégia didática sobre evolução biológica que pode ser utilizada com estudantes do Ensino Fundamental, em conjunto com um conteúdo tradicionalmente trabalhado na disciplina de Ciências – o corpo humano. A estratégia didática foi avaliada em uma escola da rede federal, na cidade de Porto Alegre. A partir do desenvolvimento da atividade foi possível apresentar e discutir temas relacionados com a teoria evolutiva antes de sua abordagem formal no Ensino Médio, sem negligenciar conteúdos tradicionalmente abordados no Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Ensino de Evolução; Corpo Humano; Ensino Fundamental; Estratégia Didática.

Abstract

The theory of evolution holds fundamental importance for modern biology. Due to their relevance and aspects of their teaching, several authors have pointed out the need for evolutionary knowledge to be introduced since elementary school. The scenario in Brazil, however, is quite different: evolutionary theory is often taught only at the end of high school. Considering this problem in Brazilian education, the present work presents a teaching strategy about biological evolution. The strategy can be used concomitantly with a content traditionally worked in the discipline of science in elementary education - the human body. The teaching strategy was evaluated in a high school in the city of Porto Alegre. Throughout the development of the activity it was possible to present and discuss topics related to evolutionary theory before its formal approach in High School, without neglecting the contents traditionally addressed in Elementary School.

Keywords: Teaching of Evolution; Human Body; Elementary School; Teaching Strategy.

Introdução

A publicação da obra “A Origem das Espécies”, por Charles Darwin em 1859, influenciou de forma profunda as ideias predominantes sobre a natureza do mundo (Mayr, 2005). A Evolução foi ainda fundamental para o desenvolvimento das Ciências Biológicas, integrando as diferentes subdisciplinas da Biologia, além de estabelecer contato com outras áreas do conhecimento, como Sociologia, Matemática e Ciências da Computação (Futuyma, 1999). Desta forma, como Dobzhansky (1973) argumenta, o entendimento da Biologia torna-se completo somente com a compreensão da evolução, e que, sem ela, a Biologia é um amontoado de fatos sem conexão.

É neste sentido que as orientações curriculares para o Ensino Médio recomendam a contextualização dos conteúdos biológicos com explicações evolutivas e ecológicas (Brasil, 2006). A evolução não deve ser compreendida como uma teoria específica, mas como um princípio organizador da Biologia como um todo (Zamberlan & Silva, 2009). Apesar dessa orientação, diferentes pesquisas nos revelam um panorama diferente na educação brasileira. Na análise de livros didáticos de Biologia, por exemplo, verifica-se que a utilização da evolução como eixo integrador ainda é incipiente ou mesmo ilusória. A evolução muitas vezes é tratada como apenas mais um conteúdo que está usualmente colocado nos últimos capítulos dos livros didáticos destinados aos terceiros anos do Ensino Médio (Silva-Porto, Luz & Waizbort, 2007; Zamberlan & Silva, 2012).

No contexto brasileiro o livro didático é frequentemente o único material auxiliar para o ensino, sendo que os professores o utilizam como base para o roteiro de programação e desenvolvimento de atividades (Pimentel, 2006). Dada a importância do livro didático, não se mostra surpreendente que os mesmos problemas encontrados nestes materiais também estão presentes na abordagem dos professores de Biologia, os quais normalmente tratam evolução biológica apenas no final do Ensino Médio (Bizzo & El-Hani, 2009). A presença do pensamento evolutivo apenas no final da educação básica acarreta em uma baixa compreensão por parte dos estudantes, os quais muitas vezes interpretam os princípios evolutivos de forma equivocada. Um exemplo é a tendência de igualar a “evolução” com a ideia de “progresso” (Futuyma, 1999; Bellini, 2006).

Em uma recente pesquisa, Oliveira, Bizzo & Pellegrini (2016) comparam e discutem a compreensão da teoria evolutiva entre jovens italianos e brasileiros. Os autores aplicaram questionários no Brasil e na Itália concomitantemente, de modo que os alunos do Ensino Médio brasileiro (e Secundário italiano) respondessem afirmativas sobre registros fósseis, mudanças dos seres vivos ao longo do tempo, ancestralidade comum, idade da Terra e evolução humana. Os resultados deste questionário sugerem que os estudantes italianos apresentam, de maneira geral, maior entendimento sobre a teoria evolutiva. Os estudantes brasileiros apresentaram percentuais menos assertivos, particularmente nos itens sobre evolução humana.

Uma das diferenças fundamentais na formação científica dos estudantes italianos e brasileiros é que os primeiros possuem um contato maior com a teoria evolutiva desde os anos iniciais da educação básica. O ensino de aspectos sobre evolução biológica é previsto na Itália desde o ensino primário, fazendo com que os estudantes tenham contato com o pensamento evolutivo ao longo da escolarização (Berti, Toneatti & Rosati, 2010). No Brasil, como discutido anteriormente, a teoria evolutiva é frequentemente trabalhada apenas no final do Ensino Médio (Oliveira, Bizzo & Pellegrini, 2016). Se a situação do ensino de evolução no Ensino Médio brasileiro não se mostra animadora – mesmo com as orientações curriculares nacionais recomendando a teoria evolutiva como eixo norteador das aulas de Biologia – o que se encontra no Ensino Fundamental é ainda menos expressivo. As diretrizes curriculares nacionais não fazem referência à teoria evolutiva no

ensino de Ciências e as pesquisas e proposta de ensino de evolução nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental ainda são incipientes (Brasil, 1998).

Apesar de alguns livros de Ensino Fundamental tratarem de evolução, ela não é tomada como linha organizadora e ainda apresenta erros conceituais, reforçando, por exemplo, a ideia de que o ser humano pode não fazer parte da natureza (Azevedo & Motokane, 2011). Considerando essa problemática na educação brasileira, o presente trabalho apresenta uma estratégia didática sobre evolução biológica que pode ser utilizada com estudantes do Ensino Fundamental. A atividade é realizada em conjunto com um conteúdo tradicionalmente trabalhado na disciplina de Ciências – o corpo humano. Esse tema constitui um conteúdo específico do ensino de ciências e também em “tema transversal”, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998). A partir do desenvolvimento da atividade é possível apresentar e discutir temas relacionados com a teoria evolutiva antes de sua abordagem formal no Ensino Médio, sem com que isso se deixe de lado conteúdos tradicionalmente abordados no Ensino Fundamental.

Metodologia

A estratégia didática apresentada a seguir foi elaborada e aplicada em turmas do oitavo ano do Ensino Fundamental, contemplando um conjunto de ações a fim de promover o envolvimento e o comprometimento dos alunos. Participaram da atividade 62 alunos de duas turmas do 8º ano do Colégio de Aplicação da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), localizado no município de Porto Alegre. A estratégia contempla três momentos diferentes (Quadro 1), organizados de maneira que os participantes possam reconhecer a história evolutiva das estruturas do corpo humano (M1 e M2) e, partir daí, elaborar um projeto próprio com base nas atividades precedentes (M3). Ao longo do desenvolvimento da atividade, o estudante passa a ser um agente do seu processo de aprendizagem.

Quadro 1: Os três momentos (M1, M2, M3) da estratégia didática.

M1: A história inscrita em nosso corpo	M2: Exemplos de “imperfeições” do corpo humano	M3: Projeto - vamos “arrumar” o corpo humano.
---	---	--

M1 - A história inscrita em nosso corpo

No primeiro momento, os estudantes reconhecem a história evolutiva de algumas estruturas do corpo humano. Cada participante pesquisa livremente sobre a razão de alguma estrutura corporal existir da forma como é. Esse momento ocorre no laboratório de informática e o professor atua mediando o processo de pesquisa¹. É importante salientar que a pesquisa dos estudantes deve responder a questão do *por que* de uma estrutura ser do jeito que é e não *como* ela funciona. Dessa maneira, espera-se que os estudantes utilizem explicações históricas e evolutivas, estabelecendo um primeiro contato com o princípio da seleção natural e com a biologia comparada, a qual possibilita entender a origem das estruturas ao confrontar as características de diferentes organismos.

¹ É preciso aqui fazer referência a uma especificidade da escola na qual a estratégia didática foi desenvolvida. As turmas de oitava e nona série do Colégio de Aplicação da UFRGS possuem em seu currículo um projeto de pesquisa científica na Educação Básica. Neste projeto existe um constante processo de interação entre professores e alunos no contexto de investigações científicas dos próprios estudantes.

Por exemplo, uma aluna decidiu pesquisar a seguinte questão: por que nos arrepiamos? Uma possível explicação é que nossos pelos sobem e descem por conta da regulação da temperatura corporal. A estudante também pode encontrar em sua pesquisa que os pelos evoluíram como uma importante forma de comunicação social nos mamíferos. Hoje em dia isso é bastante visível quando nossa espécie tem arrepios relacionados com alguma alteração emocional. O arrepio também pode ter evoluído como uma adaptação para amedrontar predadores, como ocorre em muitos mamíferos contemporâneos.

Após esse primeiro momento e com o auxílio do professor, os estudantes devem ser capazes de reconhecer que nossa espécie, como qualquer outra, tem uma história inscrita em seu corpo: para entendermos até mesmo as estruturas mais banais precisamos olhar para a evolução da vida.

M2 – Exemplos de “imperfeições” do corpo humano

No M2, os estudantes apresentam as suas pesquisas do primeiro momento para o grande grupo, gerando uma discussão sobre os exemplos explorados. Após apresentar no grande grupo as suas explicações sobre *por que* de uma estrutura ser do jeito que é, os estudantes devem se dar conta de que o corpo não é uma máquina perfeita. Esse é um aspecto importante da evolução: ela é histórica, não leva à perfeição ou a um *design* perfeito. Para discutir esse ponto, o professor deve mostrar que muitas das estruturas são aparentemente mal projetadas e sem função essencial.

O professor deve abordar exemplos desse tipo em sala de aula com o auxílio de imagens e de texto de apoio, incitando a discussão com o grande grupo. Dois exemplos explorados nessa sequência foram o da epiglote e o do nervo laríngeo, mas muitas outras estruturas podem ser discutidas em sala de aula.

A epiglote é uma estrutura cartilaginosa presente na entrada da laringe (figura 1). Durante a ação muscular da deglutição, a epiglote impede a entrada de alimentos na via respiratória ao fechar a abertura da laringe com a traquéia. Isso evita que alimentos e bebidas entrem na laringe, direcionando-os para o esôfago. Contudo, esse não é um jeito muito seguro de separar os sistemas respiratório e digestório. Um relatório constatou que, entre 2001 e 2009, houve uma média anual de 12.435 crianças menores de 14 anos tratadas em pronto socorro nos Estados Unidos devido a episódios de engasgos relacionados à alimentação (Chapin et al., 2013).

O entrecruzamento do ar com o alimento é comum entre os vertebrados, mas não é uma regra entre os animais. Muitos invertebrados, incluindo insetos e moluscos, têm um arranjo mais seguro: a completa separação entre os seus sistemas respiratório e digestório. Esta arquitetura “pouco inteligente” do corpo dos vertebrados é o resultado da evolução dessa linhagem em seus contextos ambientais específicos, contingentes à evolução do grupo, assim como às restrições do desenvolvimento desses organismos. Afinal, os corpos de ancestrais não podem ser apagados e projetados do zero – as marcas indeléveis da evolução de qualquer linhagem são mantidas.

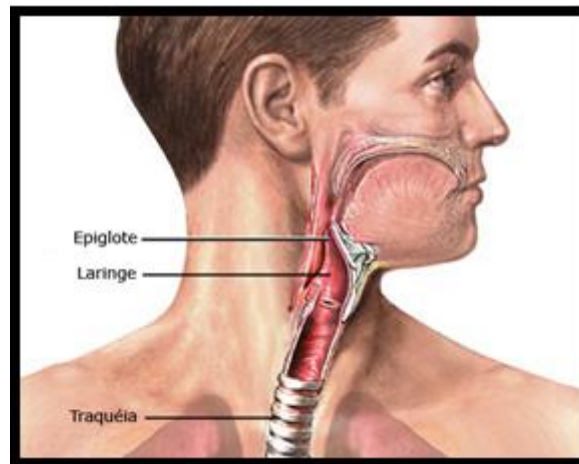


Figura 1. Imagem representando a anatomia da epiglote humana. **Fonte:** <http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2013/10/epiglote.jpg>. Acesso em 20/03/2017.

O aspecto contingente da evolução fica ainda mais claro com o exemplo dos *nervos laríngeos*, outra estrutura discutida em sala de aula. Esses nervos são responsáveis pela inervação dos músculos da laringe, sendo essenciais para a fonação. O aspecto mais interessante desse nervo é a sua anatomia: um ramo segue direto da base do crânio para a laringe; o outro ramo, no entanto, dá a volta em torno da aorta antes de subir para a laringe (figura 2).

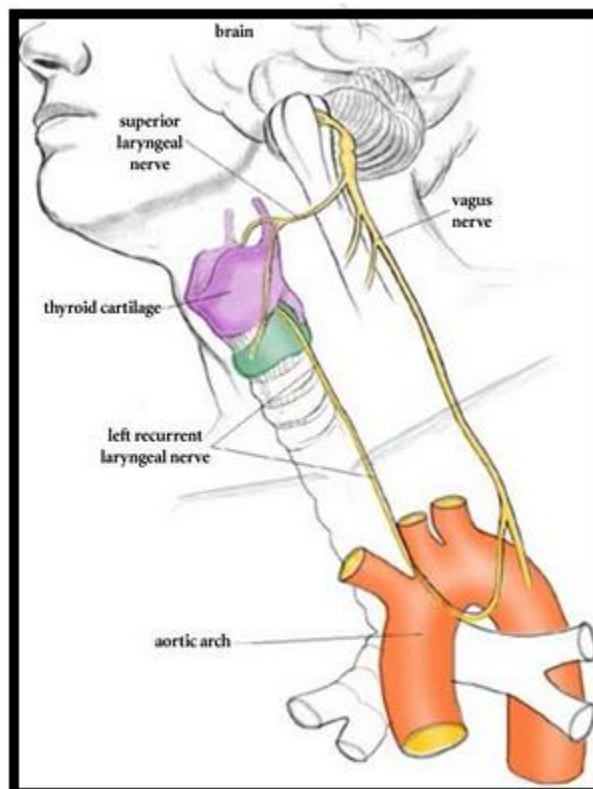


Figura 2. Imagem representando a anatomia dos nervos laríngeos. **Fonte:** <https://vialogue.files.wordpress.com/2012/05/good-recurrent-laryngeal-nerve.jpg>. Acesso em 20/03/2017.

Como explicar um desvio desnecessário como esse? Se em nosso corpo esse desvio parece bizarro, imagine em um organismo com um grande pescoço, como a girafa, na qual esse nervo apresenta alguns metros. Essa estrutura parece dispendiosa e pouco adaptativa. O nervo laríngeo reforça claramente que a evolução age sobre estruturas preexistentes nos ancestrais. Nesse caso, nossos ancestrais peixes não possuíam pescoço e as estruturas como guelras transformaram-se nas

várias partes que se combinam para formar a laringe. Richard Dawkins² nos dá uma boa explicação dessa evolução em *O maior espetáculo da terra*:

À medida que os ancestrais dos mamíferos evoluíram e se distanciaram de seus ancestrais peixes, nervos e vasos sanguíneos foram sendo puxados e esticados em direções confusas, que distorceram as relações espaciais entre eles. O tórax e o pescoço dos vertebrados viraram uma mixórdia, em contraste com a organizada simetria e as repetições seriadas das guelras dos peixes. E os nervos laríngeos recorrentes tornaram-se vítimas mais do que usualmente exageradas dessa distorção (Dawkins, 2009, p. 535).

M3 - Vamos “arrumar” o corpo humano.

A partir das atividades precedentes, espera-se que os estudantes reconheçam dois aspectos históricos-evolutivos do nosso corpo: (i) a evolução produz funcionalidade; e (ii) ela não gera estruturas perfeitamente projetadas. No terceiro momento, os estudantes devem trabalhar esses dois aspectos para construir um projeto próprio.

Os alunos são divididos em pequenos grupos com a tarefa de “melhorar” o projeto de alguma estrutura do corpo humano. Ao longo da evolução, as características se modificaram de uma forma “desajeitada” pela alteração de estruturas preexistentes. Nesse momento, os alunos tem a oportunidade de realmente projetar essas estruturas de uma só vez, fazendo uma melhoria voltada para determinado objetivo. Ao contrário da evolução, os alunos devem “voltar na prancheta” e elaborar a estrutura completa de uma única vez, algo impossível em termos evolutivos. Esse trabalho dos estudantes não se parece com o que ocorre na evolução, mas guarda semelhanças com aquilo que um engenheiro faz.

A melhoria de uma estrutura para determinada finalidade, no entanto, tem consequências nas outras partes corporais. O reconhecimento de que o corpo humano é um agregado de estruturas dependentes deve ser uma provocação constante do professor na elaboração do projeto dos alunos. Na próxima seção veremos os projetos desenvolvidos pelos estudantes e como eles lidam com esses desafios.

Resultados

Diversos projetos foram apresentados pelos alunos e alunas. Vamos explorar dois projetos que permitem entender a ressignificação mostrada pelos estudantes ao longo do desenvolvimento dessa estratégia didática. O primeiro exemplo é oriundo de um grupo de cinco estudantes que desenvolveu um projeto para ampliar nossa memória, buscando adequá-la às demandas modernas através de um cartão que seria implantado no cérebro (figura 3).

² Em um interessante episódio da série *Inside Nature's Giants* do canal 4 da televisão britânica, o biólogo Richard Dawkins diseca o pescoço de uma girafa, mostrando o caminho do nervo laríngeo. Esse episódio foi utilizado em sala de aula no M2.

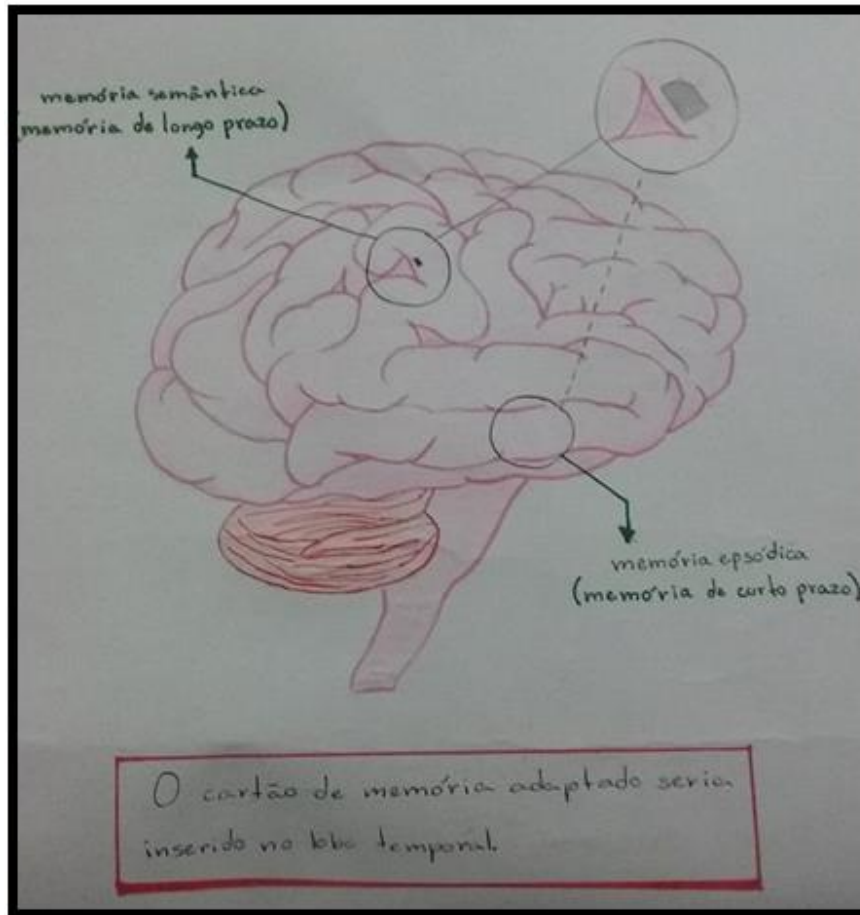


Figura 3. Cartão de memória para adequar o cérebro às demandas modernas. Esse é um importante entendimento do porquê nosso corpo não foi idealizado para viver os desafios da vida contemporânea. Projeto de um grupo de alunos do Colégio de Aplicação da UFRGS.

Apesar deste projeto não propor a modificação de uma estrutura orgânica, é interessante notar a reflexão dos estudantes para adequar o corpo humano às demandas modernas. Os estudantes implicitamente perceberam que algumas estruturas são adaptações para um ambiente específico, e que mudando tal ambiente, algumas características podem não ser mais tão bem “ajustadas”, como é o caso da nossa capacidade de memória em vista das demandas sociais contemporâneas. Além disso, a atividade estimulou os estudantes a pesquisar sobre o funcionamento da memória e as estruturas do cérebro relacionadas com a sua formação, com o objetivo de propor um projeto de expansão da mesma.

A partir desse projeto e de sua apresentação aos colegas, os estudantes conseguiram reparar que nosso corpo não foi perfeitamente projetado para as condições que vivemos: o corpo humano tem uma série de problemas face ao modo de vida contemporâneo, que mudou radicalmente o que comemos e o modo como trabalhamos, dormimos, regulamos a temperatura, interagimos e utilizamos a informação. Esse tipo de constatação é um passo importante no desenvolvimento do pensamento evolutivo, uma vez que os alunos passam a se dar conta de que uma série de alterações culturais foram deletérias para o nosso corpo ao longo das últimas gerações. Muitos destes desajustes estão agora crescendo rapidamente em prevalência e intensidade e o nosso corpo enfrenta uma série de desafios para lidar com as demandas contemporâneas que não estiveram presentes durante a história evolutiva, como a quantidade de informação que o nosso cérebro precisa processar.

A apresentação desse trabalho levou a turma a reconhecer que as adaptações não evoluem necessariamente para promover saúde, longevidade e felicidade, na medida em que as demandas da vida contemporânea muitas vezes não são bem ajustadas à nossa evolução orgânica.

O segundo projeto que queremos explorar é de um grupo de estudantes que abordou alterações na estrutura do olho humano para melhorar a visão noturna (figura 4). Os alunos partiram de um modelo de olho humano e projetaram a “evolução gradual” em direção a um olho com uma maior eficiência na captação de luz. Essa evolução do olho, segundo o grupo de estudantes, deve gerar *mudança nos músculos que controlam a abertura da íris e a focalização da lente*.

Nesse projeto, os estudantes demonstraram um esforço em estudar a anatomia e o funcionamento do olho por conta própria, ao perceber que a abertura da íris tem relação com os feixes musculares e isso pode mudar a incidência de luz. Também aproveitaram as atividades precedentes (M1 e M2), utilizando duas formas básicas de pensar evolutivamente: através da comparação com organismos contemporâneos e lançando hipóteses sobre uma possível forma de evolução gradual.

Dessa forma, os estudantes construíram uma série de modificações graduais entre um olho “humano” e um olho de “gato”, estabelecendo alguns aspectos da anatomia do último que permitem uma maximização da quantidade de luz detectada. Ainda que seja problemático em termos evolutivos estabelecer a evolução de uma estrutura de um organismo contemporâneo para outro, os estudantes demonstraram o domínio de um aspecto central da forma de pensar evolutivamente, ao colocar uma série de modificações graduais em uma evolução hipotética do olho.

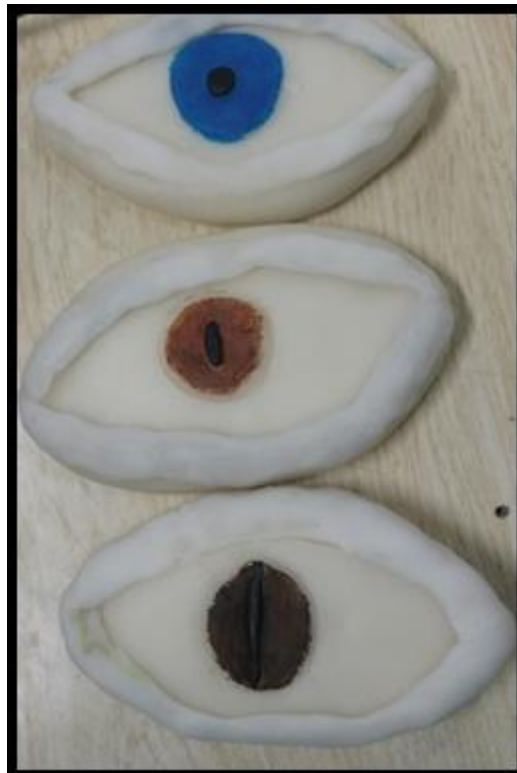


Figura 4. Mudanças estruturais de um olho humano para uma melhor visão noturna. Projeto de um grupo de alunos do Colégio de Aplicação da UFRGS.

Discussão

Quando o assunto é corpo humano, os estudantes de Ensino Fundamental muitas vezes se referem ao funcionamento das estruturas como algo perfeito ou um verdadeiro “milagre” da natureza. Afinal, quem não se espanta com a coordenação do batimento cardíaco ou com o funcionamento do olho humano? No entanto, ao pensar que essas estruturas são perfeitas, os estudantes não estão desenvolvendo o pensamento evolutivo, mas reafirmando a ideia de planejamento ou *design* das estruturas orgânicas. Além disso, essa ideia de perfeição reforça a compreensão usual de que a evolução significa progresso³.

Como discute Gould (2001), a partir da noção de que o ser humano é apenas mais uma espécie na árvore da vida, fica claro que não somos o resultado previsível de um processo que possui o progresso em sua essência, como se existisse uma tendência na história da vida que direcionasse para o ser humano. Esse tema é reconhecidamente permeado por questionamentos e dificuldades de abordagem no contexto da educação básica, pois envolve questionamentos sobre a origem e a posição de nossa espécie no mundo (Moura & Silva-Santana, 2012). Um destes tensionamentos se refere ao conhecido debate criacionismo/evolução, mas também se estende às noções problemáticas e comuns entre os estudantes de que evolução significa progresso, presumidamente em direção à nossa espécie que estaria no “ápice” da evolução.

Muitos alunos acabam compreendendo a evolução humana como “algo perfeito” e não apresentam explicações sobre a origem e a diversidade da nossa espécie condizentes com a teoria evolutiva. Vale lembrar novamente o estudo de Oliveira, Bizzo & Pellegrini (2016), o qual mostrou que estudantes brasileiros foram menos assertivos em questões que envolvem evolução humana.

Sem dúvida, a presença da evolução biológica apenas no final da educação básica do currículo brasileiro tem contribuído para este cenário, uma vez que um tema tão complexo e permeado por questões de ordens culturais e existenciais não pode ser contemplado de forma tão superficial. Contribui também certo mito de que para o ensino de evolução biológica é necessário que os estudantes tenham conhecimento de genética e biologia molecular, conteúdos tradicionalmente abordados no final do Ensino Médio (Bizzo & El-Hani, 2009). De fato, esses temas são relevantes no ensino da evolução biológica, mas o pensamento evolutivo pode ser trabalho em diferentes dimensões sem o conhecimento sobre genética e biologia molecular.

O próprio Darwin desenvolveu muitos aspectos do pensamento evolutivo que são relevantes nos dias de hoje sem ter conhecimento destas áreas. Muitas vezes os professores se preocupam em apenas ensinar seleção natural de uma perspectiva da genética de populações e acabam esquecendo que a evolução envolve muitos outros aspectos. Mayr (2005), por exemplo, defende que Darwin desenvolveu cinco teorias que são parcialmente independentes: descendência comum; a evolução como tal; gradualismo e seleção natural. Em princípio, cada uma dessas teorias poderia ser ensinada independentemente das outras.

Nessa atividade podemos trabalhar as quatro primeiras teorias darwinistas de forma praticamente independente da seleção natural e sem a necessidade de conhecimento da genética. É por isso que a estratégia didática detalhada no presente artigo possibilita problematizar a noção de que a evolução só pode ser trabalhada de forma adequada no Ensino Médio, ao mesmo tempo em que trata alguns pontos problemáticos do ensino de evolução. A partir do exercício de “melhorar” livremente as estruturas do corpo humano, os estudantes percebem que um planejamento “mais inteligente” seria possível se eles mesmos fizessem esse projeto; o que temos na evolução da vida, por outro lado, são estruturas que parecem “mal projetadas”, refletindo a história evolutiva do grupo. Isso contribui para o entendimento de que o corpo humano é uma relíquia histórica e, como

³ Essa noção está presente inclusive nas concepções sobre evolução biológica apresentadas por professores (Meglhioratti, Caldeira & Bortolozzi, 2006).

tal, apresenta legados inscritos em suas estruturas, em contraponto ao entendimento de *design* perfeito do corpo humano.

Com isso, os estudantes passam a entender que o corpo humano teria um *design* ruim se realmente os organismos fossem construídos a partir do zero por um suposto *designer* - que usaria os blocos biológicos de construção de nervos, músculos, ossos, e assim por diante. Precisamente é este exercício que os estudantes fazem, agindo como verdadeiros *designers* da natureza. Embora os organismos pareçam projetados para se adequar a seus ambientes naturais, a ideia de *design* perfeito se mostra uma ilusão. Tantas imperfeições podem ser esperadas apenas se considerarmos a contingência da história da nossa espécie e a ancestralidade de nossa linhagem.

Esse é um entendimento essencial de como a evolução ocorre. O *design* imperfeito é a marca da evolução, sendo na verdade exatamente o que esperamos dela. Dawkins nos mostra essa característica da evolução em uma metáfora pertinente para esta atividade:

O engenheiro que desenhou pela primeira vez o motor a jato simplesmente jogou fora o antigo motor a hélice e começou do zero. Imagine a geringonça que ele teria produzido se tivesse sido obrigado a “desenvolver” seu motor a jato fazendo pequenas transformações passo a passo num motor a hélice, parafuso por parafuso e porca por porca! (Dawkins, 2005, p.182).

A produção dos projetos no M3 e as discussões dos momentos precedentes permitem contrastar o pensamento evolutivo (que é histórico e contingente) com as ideias de *design*, perfeição e direcionamento. Essa é uma das maiores dificuldades de compreensão quando o assunto é evolução humana. Além disso, o desenvolvimento dos projetos ainda permite com que os estudantes desenvolvam um maior conhecimento sobre a anatomia e o funcionamento do corpo humano. O papel do professor nesse momento é essencial, devendo constantemente desafiar os alunos para que lidem com o fato de os organismos serem entidades integradas. Não apenas durante a evolução biológica as restrições estruturais e do desenvolvimento são aspectos relevantes, mas no próprio entendimento de como funciona o corpo humano. Esse aspecto se mostra um problema importante no ensino do corpo humano, uma vez que um dos principais obstáculos no seu ensino é o desenvolvimento da concepção de que os componentes de cada um dos sistemas são parcialmente relacionados, existindo uma integração intra-sistemas (Trivelato, 2005; Oliveira & Abreu, 2003).

Os professores de Ciências e Biologia, dessa forma, podem adaptar o uso dessa estratégia didática utilizando o tradicional livro didático de Ciências, sem deixar de lado o seu conteúdo programático. É possível desenvolver o pensamento evolutivo sem o ensino formal de mecanismos evolutivos, nem as bases genéticas da variação biológica, e ainda privilegiando outros conteúdos importantes da formação discente.

Esse talvez seja um caminho para que os estudantes brasileiros tenham contato com o pensamento evolutivo ao longo da escolarização. A própria complexidade do pensamento evolutivo e os diferentes estudos sobre a compreensão e o ensino de evolução no Brasil nos mostram a necessidade de trabalhar verdadeiramente a evolução como um eixo central, sem com que isso necessariamente deixemos de lado os outros conteúdos de Biologia e Ciências. Dessa forma, podemos levar o aforismo de Dobzhansky (1973) a sério no ensino brasileiro: “Nada na Biologia faz sentido exceto à luz da evolução”.

Referências

Azevedo, R. C., & Motokane, M. T. A. (2011). *A evolução nos livros didáticos do Ensino Fundamental aprovados pelo MEC: uma reflexão a partir da análise de duas coleções*. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – SP, Campinas.

- Bellini, L. M. (2006). O conceito de evolução nos livros didáticos: avaliação metodológica. *Estudos em Avaliação Educacional*, 33, 7-28.
- Berti, A. E., Toneatti, L., & Rosati, V. (2010). Children's conceptions about the origin of species: a study of Italian children's conceptions with and without instruction. *The Journal of the Learning Sciences*, 19(4), 506-538.
- Brasil. (1998). Ministério da Educação e Cultura. Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências naturais (quinta a oitava séries). Brasília: MEC/SEF.
- _____. (2006). Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2 – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC.
- Bizzo, N., & El-Hani, C. N. (2009). Darwin and Mendel; evolution and genetics. *Journal of Biological Education*, 43(3), 108-114.
- Chapin, M. M., Rochette, L. M., Anest, J. L., Haileyesus, T., Conner, K. A., Smith, G. A. (2013). Nonfatal choking on food among children 14 years or younger in the United States, 2001–2009. *Pediatrics*, 132(2), 275-281.
- Darwin, C. R. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.
- Dawkins, R. (2005). *O capelão do diabo*. São Paulo: Companhia das Letras.
- _____. (2009). *O Maior Espetáculo da Terra - As Evidências da Evolução*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Dobzhansky, T. (1973). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *American Biology Teacher*, 35, 125-129.
- Futuyma, D. J. (1999). *Evolution, science and society: evolutionary biology and the national research agenda*. The State University of New Jersey, New Brunswick, NJ.
- Gould, S. J. (2001). *Lance de Dados: a ideia de evolução de Platão a Darwin*. Rio de Janeiro: Record.
- Mayr, E. (2005). *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. Trad. Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras.
- Meglhioratti, F. A., Caldeira, A. M. A., & Bortolozzi, J. (2006). Recorrência da idéia de progresso na história do conceito de Evolução Biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto sócio-cultural. *Filosofia e História da Biologia*, 1, 107-123.
- Moura, J. C. S., & Silva-Santana, C. C. (2012). A evolução humana sob a ótica do professor do ensino médio. *Revista Metáfora Educacional*. Acesso em 15 mar., 2017, Disponível em: <http://www.valdeci.bio.br/revista.html>
- Oliveira, R. R., & Abreu, M. A. F. (2003). *A construção de material pedagógico pelo aluno como elemento articulador do processo ensino-aprendizagem*. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, ABRAPEC. Acesso em 24 abr., 2017, Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL007.pdf>.

Oliveira, G. S., Bizzo, N., & Pellegrini, G. (2016). Evolução biológica e os estudantes: um estudo comparativo Brasil e Itália. *Ciência & Educação*, 22(3), 689-705.

Pimentel, J. R. (2006). Livros didáticos de ciências: a Física e alguns problemas. *Caderno brasileiro de Ensino de Física*, 15(3), 303-318.

Silva-Porto, F. C., Luz, M. R. M. P., & Waizbort, R. (2007). *A suposta centralidade da Evolução nos livros didáticos de Biologia*. Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências - SC, Florianópolis, 127-138. Acesso em 10 mar., 2017. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p430pdf>.

Trivelato, S. L. F. (2005). Que corpo/ser humano habita nossas escolas? In: Marandino, M., Selles, S. E., Ferreira, M. S., Amorim, A. C. (Orgs). *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: Eduff, 121-130.

Zamberlan, E. S. J., & Silva, M. R. (2009). O evolucionismo como princípio organizador da biologia. *Temas & Matizes*, 15, 27-41.

_____. (2012). O Ensino de Evolução Biológica e a sua Abordagem em Livros Didáticos. *Educação & Realidade*, 37(1), 182-212.