



# QUAL A ORIGEM DO HOMEM? A CIÊNCIA EXPLICA! UMA PROPOSTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA EM EVOLUÇÃO HUMANA

## *WHAT IS THE ORIGIN OF HUMANS? SCIENCE EXPLAINS!: A PROPOSAL FOR SCIENTIFIC DIFFUSION ON HUMAN EVOLUTION*

**Eduarda Rodrigues Grunevald de Oliveira**

erodriguesgrunevald@gmail.com

*Universidade Estadual do Oeste do Paraná*

**Alexandre Scheifele**

alexandre.bio26@gmail.com

*Universidade Estadual do Oeste do Paraná*

**Daniela Frigo Ferraz**

dfrigoferraz@gmail.com

*Universidade Estadual do Oeste do Paraná*

### RESUMO

O tema Evolução Humana é considerado importante matéria curricular a ser ensinada na escola, isso por ser uma forma de conhecimento acerca da história evolutiva de nossa espécie. Ao mesmo tempo, sua abordagem em sala de aula gera controvérsias devido a uma série de fatores, como religiosidade e antropocentrismo. O objetivo geral desta pesquisa foi propor um produto educacional de apoio ao professor no ensino de evolução da espécie humana, visando a divulgação científica do tema. Para tanto, o material produzido teve o intuito de disponibilizar o conhecimento científico produzido por cientistas nessa área do conhecimento. Tal divulgação científica foi disponibilizada em formato de *website*, visando não só o uso desse produto educacional em sala de aula, mas também o contato com a comunidade em geral, por ser uma ferramenta de fácil acesso. Após ser submetido a duas etapas de validação e considerado adequado por especialistas, conclui-se que o material apresentado no artigo é significativo para o ensino de Evolução Humana.

**Palavras-chave:** Produto Educacional, Evolução Humana, *Website*, *Ensino de Ciências*

### ABSTRACT

*Human evolution is considered an important subject to be taught in school because it is a way of knowing about the evolutionary history of our kind. At the same time, its approach in the classroom has brought controversies due to many factors related to religiosity and anthropocentrism. This research aims to propose an educational product to support teachers on the teaching of human evolution seeking the scientific dissemination about the topic. To do so, the material produced was designed to make the scientific knowledge produced by scientists available in the area of Human Evolution. Because of being an easy access tool, this scientific dissemination was provided on website format seeking for, especially, the use of it in the classroom but also the contact with the whole interested community. After being*

*submitted to two validation steps and considered suitable by experts, it is concluded that the educational product produced is meaningful to the Human Evolution teaching.*

**Keywords:** *educational product; human evolution; Website; Science Teaching.*

## INTRODUÇÃO

A presente pesquisa teve como proposta central a apresentação de um produto educacional (PE) relacionado ao ensino do tema Evolução Biológica (EB). A intenção do trabalho foi o de apresentar um material de divulgação científica (DC) a respeito da temática. O PE desenvolvido foi disponibilizado em formato *web*, podendo ser acessado por computador e por *smartphone* e utilizado em diferentes contextos como escolas, parques, exposições, feiras, centros de ciência, zoológicos e mostras de diferentes naturezas.

A temática da Evolução Humana (EH) é vista, muitas vezes, como controversa (MEYER e EL-HANI, 2005; MAYR, 2009; BIZZO, 2011; SIQUEIRA e SCHEID, 2015; BULLA, 2016). Sendo assim, optou-se pela escolha desse tema para o material didático que se pretendia produzir, já que sua divulgação ao público leigo possibilita o acesso ao conhecimento científico acerca das questões evolutivas para a sociedade em geral.

De modo geral, o público leigo não costuma acreditar que os seres humanos e todos os demais primatas descendam de um ancestral comum. De acordo com essa visão leiga, a espécie humana não estaria no mesmo patamar que as demais espécies e também não seria possível que os mesmos mecanismos evolutivos teriam originado tanto as espécies humanas quanto as não-humanas. Para Futuyama (2009), as controvérsias científicas ocorrem em todos os campos científicos e a própria história da ciência é repleta de exemplos de informações que tiveram que ser modificadas ou rejeitadas ao longo do tempo. Essas divergências de opiniões acerca de um conhecimento contribuem também para que surjam novos campos de pesquisa e para que se evite o dogmatismo de ideias e se estimule a argumentação e o raciocínio (BULLA, 2016).

Essa polêmica ocorre devido às inúmeras interpretações a que os estudos sobre a EH podem ser submetidos, tanto em sala de aula, como durante sua divulgação em meios de comunicação, através de televisão, revistas, telejornais, internet, redes sociais, entre outros.

É notório também que os alunos apresentam muitas dificuldades quanto à aprendizagem sobre EB. O tema é apresentado com uma estrutura muito fragmentada na grade curricular na educação básica e é visto apenas no último ano do ensino médio. Muitas vezes esse conteúdo acaba não sendo ministrado adequadamente, inclusive por falta de carga horária, como apontam as pesquisas de Licatti (2005) e de Silva, Silva e Teixeira (2011).

Da mesma forma, o modo fragmentado como são apresentados os conteúdos de Evolução Biológica durante o curso de graduação em Ciências Biológicas diminui o estabelecimento de conexões entre os conteúdos da Biologia. Tal estratégia pedagógica empobrece a formação dos futuros professores da disciplina, conforme esclarecem Tidon e Lewontin (2004), Licatti (2005), Silva, Silva e Teixeira (2011) e Chumbinho (2016).

Verifica-se, assim, a existência de várias barreiras ao ensino de Evolução Biológica. Entre elas, destaca-se a dificuldade de acesso a materiais didáticos que auxiliem na divulgação científica. Dessa forma, justifica-se a proposta de desenvolvimento de um material de DC sobre o assunto que exponha o conhecimento já produzido por cientistas e consolidado pela comunidade científica internacional. Tal material poderá atuar como uma

ferramenta de fácil acesso e não limitada ao uso em sala de aula, mas também utilizável em vários locais e por diferentes públicos.

## **A EVOLUÇÃO BIOLÓGICA NO ENSINO: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES**

A chamada Teoria da Evolução teve um impacto muito grande na sociedade desde que foi proposta, em 1859, por Charles Darwin (1809-1882). Ela é considerada o clímax da revolução científica. A palavra "teoria" pode ser entendida por leigos como uma hipótese ou mera especulação, mas, no campo científico em Biologia, uma teoria significa um conhecimento formulado, baseado em evidências, aceito e consolidado pela comunidade científica internacional. A evolução é considerada o conceito central e unificador da Biologia, pois torna possível articular todos os conhecimentos biológicos (FUTUYMA, 1997).

As inúmeras pesquisas sobre EB contribuíram significativamente em vários campos da Biologia. Elas resultaram em maior conhecimento de várias doenças, na conscientização da necessidade da conservação da biodiversidade, no melhoramento genético, entre outros, atendendo a muitas necessidades sociais, como o desenvolvimento de vacinas e de medicamentos. O pensamento evolutivo tem, no entanto, enfrentado diversos desafios para ser aceito pela sociedade. Isto é devido a fatores religiosos e até mesmo por desconhecimento da teoria evolutiva. Ainda assim, o ensino da biologia evolutiva possui grande importância, tanto na educação básica quanto na superior, pois esta é, atualmente, a única explicação científica para a origem e a diversidade de todos os seres vivos, permitindo a associação desses saberes com outras áreas da Biologia (ARAÚJO, 2017).

Quanto à Evolução Humana, assume-se que ensinar o tema é de extrema importância e que todos os alunos devem conhecer tal teoria. O conhecimento de explicações científicas sobre a EH não implica o abandono de crenças e de ensinamentos morais, mas proporciona que conheçamos a visão científica acerca das nossas origens, assunto que foi uma das questões mais emergentes para nossos antepassados, quando ainda buscavam respostas em crenças e em mitos. O conhecimento científico sobre a evolução de nossa espécie é dos mais valiosos que podemos ter e que podemos ensinar aos nossos alunos (ALLEN e STEVENSON, 2003).

A inclusão da espécie humana, proposta por Darwin, como parte da natureza provocou impacto no mundo todo (ARAÚJO, 2017). Segundo Futuyma (2009), a EH, devido à sua complexidade, não faz parte apenas do campo da biologia evolutiva, mas também da sociologia, da antropologia, da psicologia, da história, da filosofia, da religião e das artes, dentre outras áreas do conhecimento. O autor aponta as graves consequências históricas causadas pela propagação de ideias sem evidências sobre EH, como a existência de "raças superiores" e o "racismo científico" dos nazistas.

A EH é, muitas vezes, vista de forma linear. Assim, a concepção de que seres humanos descendem dos macacos atuais é erroneamente disseminada. Muito diferentemente, adota-se atualmente a abordagem de que humanos e outros primatas possuem um ancestral em comum (PAESI, 2018), ancestral do qual humanos e macacos de um mundo muito antigo divergiram, isso provavelmente há 7.4 milhões de anos (FUTUYMA, 2009; ROBERTS, 2011). Nesse sentido, o ensino de EH ajuda a compreender nossas origens (ALLEN e STEVENSON, 2003) e a desmistificar o senso comum acerca da EH.

### **Dificuldades e sugestões para o ensino de EB e EH no ensino de Biologia**

Os problemas vivenciados em sala de aula quanto ao ensino do tema Evolução Biológica são inúmeros e podem ser ocasionados por vários motivos. O mais visível deles

possui origem muitas vezes em crenças religiosas que acabam por gerar conflitos e *deficits* às aulas (MEYER e EL-HANI, 2013). Segundo os autores, uma estratégia seria não apresentar perspectivas criacionistas e científicas, de forma a tentar atingir um “equilíbrio”, pois a apresentação de perspectivas criacionistas no contexto da aula de Ciências infunde confusão a importantes conceitos científicos.

Segundo Tidon e Vieira (2009), a dificuldade no ensino de EB pode ocorrer devido à resistência de movimentos criacionistas presentes no Brasil e em outros países conservadores, como é o caso dos Estados Unidos da América. Os autores citam que, recentemente, passaram a existir propostas de modelos educacionais que não possuem caráter científico e que podem comprometer a qualidade do ensino e a formação dos alunos no Brasil. Decisões políticas como essas afetam o ensino em grande escala.

Especificamente em relação ao ensino de Evolução Humana, Paesi (2018) aponta que uma das dificuldades presentes no processo pode ser a influência do antropocentrismo, pois há a dificuldade de os humanos se colocarem como produto de processos evolutivos semelhantes aos de outros seres vivos. Segundo o autor, uma alternativa para essa questão seria trabalhar, a partir da apresentação de registros fósseis, a concepção de que existe um ancestral comum entre a nossa espécie e a de chimpanzés.

É necessário ainda que haja cuidado, por parte dos professores, ao abordar EH no ensino, pois uma abordagem equivocada, com erros conceituais ou, ainda, a falta de domínio do conteúdo, pode suscitar interpretações confusas nos alunos (MOURA e SILVA-SANTANA, 2012). A má compreensão do processo evolutivo faz com que se acredite que o objetivo da EB seria a evolução de seres “inferiores” em “superiores” ou, ainda, o “progresso” em direção à evolução da espécie humana, algo já registrado na história das teorias evolutivas. Sabe-se que, na verdade, os processos evolutivos não possuem objetivos e não se deve caracterizar os indivíduos como inferiores ou superiores, conforme caracterizado na *Scala Naturae*, muito utilizada até meados do século XIX (MAYR, 2009).

É importante analisar que a *Scala Naturae* ou “cadeia do ser” proposta por Aristóteles (384 - 322 a.C.) no tratado *De Generatione Animalium*, utilizou critérios como o grau de calor, meios de reprodução e geração para a organização dos seres. Essa escala não tinha como finalidade abordar aspectos evolutivos, mas, sim, atender à sua visão cosmológica, característica da época. Até o século XVIII, muitos autores trabalhavam com a ordem seguida na criação (ARIZA e MARTINS, 2010). Para Mayr (2009), a visão de mundo bíblica continuou sendo aceita por um tempo após Lamarck ter proposto uma teoria para explicar a diversidade biológica em 1809, pois fornecia respostas mais simples para as perguntas que eram feitas sobre o mundo. O autor descreve a *Scala Naturae* como uma tentativa de lidar com as contradições existentes entre as visões de mundo, visões que propunham, em sua base, seres inanimados, animais “inferiores” (como invertebrados), e animais “superiores” (como mamíferos, primatas e, no ápice da escala, os humanos).

Outras hipóteses também foram propostas ao longo da história para explicar a diversidade de seres existentes na Terra, como as ideias essencialistas, fixistas e transformistas. As ideias essencialistas são creditadas a Platão (428 - 347 a.C.) e foram propostas anteriormente às ideias de Aristóteles. Essa filosofia acreditava na existência de uma “essência” (*eidós*) que diferenciava uma espécie das demais. As ideias de Platão influenciaram a Biologia por séculos, sendo o pensamento biológico moderno, em parte, a emancipação do pensamento platônico (MAYR, 1998).

Já o fixismo teve vários defensores. Entre os mais influentes estão Carolus Linnaeus (1707 - 1778), com a sua sistematização dos seres vivos que objetivava compreender os desígnios de Deus, e Georges Cuvier (1769 - 1832), que tentava explicar os fósseis



existentes. Essa corrente de pensamento propunha que as espécies eram imutáveis e permaneciam constantes desde a sua criação pelo Deus criador. Assim, portanto, o criacionismo pertence à teoria fixista. Nessa visão, chimpanzés e humanos eram vistos como seres imutáveis em suas características, permanecendo anatômica e fisiologicamente idênticos desde o momento da criação. Desse modo, essa visão de mundo tinha como argumento central que nenhum ser poderia se originar de qualquer outro e que cada característica seria resultado do ato da criação divina (MEYER e EL-HANI, 2005).

Para compreender o registro fóssil, Cuvier desenvolveu a "teoria do catastrofismo" como explicação. Com essa teoria, esse naturalista explicava a existência dos seres observados e dos "desaparecidos", ponderando que as espécies não existentes no presente teriam se extinguido por catástrofes. As ideias de Cuvier são consideradas de suma importância para a história do pensamento biológico, pois as suas suposições abriram espaços para a posterior revolução darwiniana (FARIA, 2010), visto que ele foi o primeiro a romper com o paradigma das espécies imutáveis.

De modo oposto às ideias fixistas, surgiu, no século XVIII, a hipótese transformista. De acordo com essa hipótese, o estado natural de todas as coisas que existem no mundo é a mudança em si. O principal pensador dessa teoria foi Georges Louis Leclerc, conhecido como Conde de Buffon (1707 - 1788), que propôs que as espécies se transformavam de modo limitado. Assim, as características das espécies estavam presentes em um "molde" que era preservado de uma geração para outra (MEYER e EL-HANI, 2005).

Cerca de cinquenta anos após o surgimento das ideias de Buffon, outro naturalista propôs uma teoria evolucionista. Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, conhecido como cavaleiro de Lamarck (1744 - 1829), acreditava que os seres primitivos se transformariam gradualmente em direção à complexidade, geração após geração. Lamarck afirmava que os indivíduos se adaptariam às condições ambientais, sendo essa a causa da diversidade biológica (MEYER e EL-HANI, 2005; LOPES e HO, 2014).

Lamarck abriu caminho para as ideias de Charles Darwin (1809 – 1882). Darwin é considerado um símbolo do pensamento evolutivo moderno. Sua teoria propõe que todas as linhagens, tanto vivas quanto extintas, descenderiam de um ancestral comum. A existência de linhagens diferentes seria, portanto, devido ao acúmulo de modificações ao longo do tempo em resposta a modificações ambientais. Darwin desenvolveu também as teorias da descendência com modificação e a teoria da seleção natural (LOPES e HO, 2014).

Em 1865, Johann Gregor Mendel (1822 - 1884) propôs alguns princípios sobre a transmissão de características aos descendentes por hereditariedade. Mendel introduziu a ideia da hereditariedade por mistura, pois, na época, essa era a compreensão do funcionamento da hereditariedade para muitas características.

Os estudos em genética de populações contribuíram significativamente para a aceitação da teoria de Darwin. Nos anos de 1930 a 1940, desenvolveu-se a Teoria Sintética da Evolução, com a contribuição de pesquisadores de diversas áreas, como da genética, da paleontologia, da sistemática e da taxonomia. Dentre os pesquisadores, destacam-se George Gaylord Simpson (1902-1984), Ernst Mayr (1904-2005), George L. Stebbins (1906-2000), Theodosius Dobzhansky (1900-1975), Ronald A. Fisher (1890-1962), Sewal Wright (1889-1988), John B. S. Haldane (1892-1964) e Julian Huxley (1887-1975) (LOPES e HO, 2014). Os princípios dessa teoria incluem as seguintes concepções: (a) as populações contêm variações genéticas que surgem por meio da mutação ao acaso e recombinação; (b) as populações evoluem por mudança nas frequências gênicas por meio da deriva genética aleatória, fluxo gênico e seleção natural; e (c) a diversificação das espécies ocorre por especiação (FUTUYMA, 1997).

Ao conhecer as propostas passadas, é possível compreender melhor o pensamento evolutivo moderno e as dificuldades presentes no ensino de EB e EH. Muitos conceitos errôneos – comumente reproduzidos por alunos e por professores – são permeados por essas outras explicações (SILVA, ANDRANDE e CALDEIRA, 2010).

As questões religiosas são as fontes de maior influência nos conflitos gerados ao ensinar EH, mas não são as únicas. É preciso considerar também fatores sociais, culturais e socioeconômicos, a formação escolar dos pais e o acesso à informação científica em casa, para demonstrar que o conhecimento científico mal consolidado pode abrir espaço para outras formas de conhecimento (SILVA OLIVEIRA, 2015; CHUMBINHO, 2016). Outra fonte de dificuldade é a formação dos professores responsáveis por ministrar EH.

Nos cursos de formação docente, verifica-se que o conteúdo de Evolução é apresentado, muitas vezes, de maneira fragmentada. Como resultado, os profissionais graduados não dominam o conteúdo, exibindo muitos conceitos equivocados e sentimento de despreparo para lidar com os conflitos em sala de aula, já que desconhecem as estratégias pedagógicas para amenizar os embates entre religião e ciência (TIDON e LEWONTIN, 2004; SILVA, SILVA e TEIXEIRA, 2011; CHUMBINHO, 2016).

No ensino médio, há uma pequena quantidade de aulas destinadas ao tema Evolução, se comparado aos demais conteúdos de Ciências e de Biologia (TIDON e LEWONTIN, 2004; OLIVEIRA, 2015). Essa orientação afeta a possibilidade de poderem ser articulados diferentes assuntos provenientes das várias áreas de conhecimento da Biologia sob a perspectiva evolucionista. Constata-se que inúmeras pesquisas que reconhecem a EB como eixo central unificador da Biologia tentam superar essa dificuldade no ensino (FUTUYMA, 1997; MAYR, 2005; TIDON e VIEIRA, 2009; DALAPICOLLA, SILVA e GARCIA, 2015).

Alguns problemas podem estar relacionados também à forma como o conteúdo é apresentado nos livros didáticos. A visão estritamente disciplinar não permite estabelecer conexões entre os conteúdos de Biologia e Evolução. Tais conteúdos são tratados de forma superficial e, mesmo em um momento onde a interdisciplinaridade se encontra em destaque, poucas modificações foram feitas em relação à abordagem do tema (ALMEIDA e FALCÃO, 2005; RODRIGUES, JUSTINA e MEGHLIORATTI, 2011).

Verifica-se, na literatura e na internet, que há produção de materiais de apoio ao professor no ensino de EB. Há também uma falta de acessibilidade a esses materiais didáticos, o que constitui uma barreira ao ensino de Biologia. O uso de ferramentas e de materiais didáticos produzidos sobre a temática em sala de aula facilita o ensino de EB e auxilia o professor a lidar com as dificuldades já apontadas neste trabalho (TIDON e LEWONTIN, 2004; TIDON e VIEIRA, 2009; CHUMBINHO, 2016).

Uma das ferramentas que o professor pode utilizar em suas aulas é o cladograma. Esse modo gráfico de representar as relações de parentesco entre diferentes táxons é de fácil acesso, informando e sintetizando conhecimentos sobre evolução (ALMEIDA, ARAÚJO e TORRES, 2007; MELO et al., 2015). O debate acerca da História e da Filosofia da Ciência é também um instrumento útil ao ensino de EB. Seu uso em sala de aula permite o desenvolvimento intelectual do aluno a partir de seus conhecimentos prévios sobre o assunto (MOURA e SILVA-SANTANA, 2012).

Outro material que pode ser utilizado no ensino de EB são os jogos. Tais jogos expõem, de forma lúdica, o conhecimento produzido na área e ajudam o professor a trabalhar com o espaço e o tempo disponíveis em sala. Sobre o tema EB, existem vários modelos de jogos, como o "jogo da evolução" (GALVÃO et al., 2012), que permite a visualização dos diferentes mecanismos evolutivos nas populações. O "jogo clipsitacídeos", de Vargens e El-Hani (2009), demonstra, de forma prática, variações no tamanho dos bicos

das aves ao longo do jogo, em resposta aos diferentes tipos de alimentos nas diferentes populações.

Além dos jogos, a Sociedade Brasileira de Genética possui também uma revista *on-line*, chamada "Genética na Escola"<sup>1</sup>, com publicações voltadas para o ensino de genética e de evolução, que promovem a difusão de experiências práticas ou de enfoques metodológicos. O objetivo é proporcionar reflexões sobre os temas, assim como a sua abordagem voltada para a tecnologia e assuntos atuais contribui para o ensino através da divulgação de materiais acessíveis.

É possível ainda encontrar *websites* e materiais didáticos que oferecem apoio didático e pedagógico ao professor. *Websites*, como o de Chumbinho (2016)<sup>2</sup>, disponibilizam materiais didáticos para o professor utilizar em suas aulas e oferecem apoio teórico a respeito das causas dos conflitos e sugestões para que os docentes consigam lidar com problemas que possam surgir em sala de aula. Mariotto e Vaz (2017) produziram um material didático que aborda conteúdos sobre evolução, sistemática e taxonomia, extinções, biogeografia e ecologia. O material possui contextualização teórica e problemática abordada para cada um dos temas, o que possibilita ao professor embasamento teórico, além de sugestões de referências teóricas. Há vários outros materiais produzidos para o auxílio do professor, porém o foco deste trabalho está na produção de material de DC acerca da EH, pois se considerou ser necessário trazer informações do contexto acadêmico-científico para o público.

### **O ensino de Evolução Biológica a partir de materiais de Divulgação Científica**

A Divulgação Científica (DC) consiste na união do conhecimento científico com a linguagem própria do jornalismo. Seu objetivo é transmitir a informação para um determinado público. A DC é realizada mediante uma linguagem própria. É uma linguagem própria para divulgação, porém é formada a partir de alguns aspectos da linguagem científica e que pode variar de acordo com o público que se deseja atingir. A DC visa fornecer ao leitor leigo um contato com parte do universo da ciência e possui várias estratégias discursivas que a caracterizam, como exemplificações, metáforas, escolha lexical própria e uso de imagens. Em resumo, a DC é composta por elementos didatizantes, linguísticos e extralinguísticos (LEIBRUDER, 2003).

Existem vários meios de veiculação da DC, como revistas, livros e *sites* da internet. Estes últimos se constituem como um importante suporte de divulgação, pois aproximam uma maior quantidade de consumidores da informação científica (PORTO, 2009). A divulgação da ciência nas mídias é um meio mais eficaz do que outras tentativas de popularização da ciência, como em teatros, em cinemas e em palestras. Ao contrário destes últimos, as mídias conseguem atingir um grande público em poucos segundos. Ainda assim, há grande resistência da comunidade científica quanto à DC nas mídias sociais, pois estas se constituem, antes de tudo, a partir de produtos a serem vendidos, ou seja, a informação e sua venda depende de como o produto é apresentado ao público (IVANISSEVICH, 2001).

Outros espaços para a DC, além dos meios midiáticos, são museus, zoológicos e centros de ciências (KEMPER, 2008). Os museus de ciências têm como objetivo tornar o conhecimento científico acessível à população, contribuindo com sua educação científica, visto que a ciência e a tecnologia são extremamente dinâmicas. Esses espaços complementam a educação científica das escolas (BERTOLETTI, 2003).

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.geneticanaescola.com.br/>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://sergiochumbinho.wixsite.com/evolucaobiologica>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

Assim como todos os outros tipos de pesquisas realizadas na ciência, que possuem vertentes temáticas de estudo, as pesquisas sobre a DC na área de Ensino também possuem um panorama temático. Oliveira (2015) descreve alguns panoramas de pesquisas sobre DC no Brasil, tomando como referência um estudo do tipo estado da arte na base de dados Periódicos Capes. Os tipos de pesquisa constatados pela autora foram: Divulgação Científica e Jornalismo Científico.

Os trabalhos classificados na categoria DC organizam suas discussões por meio de feiras, de palestras, de concursos, de vídeos, de produção de material didático e outros. Eles possuem, em geral, caráter extensionista, publicados em forma de relato de experiência e de pesquisa, utilizando questionários. Já na categoria de Jornalismo Científico, os trabalhos eram relacionados à comunicação científica, que utilizavam mídias convencionais ou novas tecnologias como *blogs*, redes sociais, portais e outros meios, para fornecer informações científicas com uma linguagem acessível ao público. Nesta categoria, os trabalhos foram classificados em duas subcategorias: acesso, relacionada aos meios de comunicação, e linguagem, como um meio de transmissão de conhecimento que possa ser compreendido pelo público (OLIVEIRA, 2015).

Albagli (1996) classifica vertentes da DC quanto aos seus objetivos, que podem ser: (a) educacionais, com intuito de ampliar o conhecimento e a compreensão da ciência e assim estimular a curiosidade científica; (b) cívico, que objetiva o desenvolvimento de opinião crítica acerca do desenvolvimento científico e sobre o processo de tomada de decisões; e (c) mobilização popular, que visa a participação da sociedade quanto às decisões sociais, como criação de políticas públicas e opções tecnológicas.

O uso de materiais de DC no ensino, em seus diferentes tipos de veiculação, pode ser considerado uma potencialidade. Esse uso é sugerido, em orientações curriculares, para utilização em sala, a partir do ensino fundamental (BRASIL, 2000). Coelho e Morales (2015) apontam que a utilização da DC no ensino atende aos objetivos de alfabetização midiática, informacional e científica, contribuindo para a formação cidadã. Ao mesmo tempo a DC auxilia o desenvolvimento de habilidades dos alunos, como reflexão crítica, capacidade de tomar decisões e de levantar hipóteses. Além disso, ela pode ser utilizada em aproveitamento de discussões, adição ao conteúdo e leitura crítica.

No ensino de EB, apesar de a DC ser utilizada como uma ferramenta de apoio, ela apresenta limitações de uso em sala de aula. Kemper (2008) faz uma análise dos recursos de DC sobre o tema Evolução apresentados em algumas revistas. A autora sugere que, ao utilizar a DC no ensino, é necessário que o professor trabalhe alguns conceitos citados nos textos antes de apresentar o material aos alunos, pois nem sempre esses textos explicam os conceitos utilizados em seu interior. Por exemplo, a análise dos artigos mostrou que nem todos fizeram menção aos mecanismos evolutivos e os artigos que o fizeram mencionaram apenas a seleção natural como mecanismo evolutivo.

Apesar dessas limitações, ressalta-se que a DC apresenta caráter de aproximação do público com o conhecimento produzido em várias áreas científicas. Ela tem um papel fundamental em possibilitar a adaptação da linguagem científica àquela mais próxima do público leigo, empregando, dentre outros, elementos visuais para a atração do leitor e alguns outros aspectos que foram utilizados na elaboração deste produto educacional.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

Um Produto Educacional (PE) pode ser do tipo sequência didática, jogo, vídeo, equipamento, aplicativo, entre outros (CAPES, 2013). Esses PEs podem ser ainda



classificados nas seguintes categorias: sequência de atividades, incluindo as que necessitem de uma continuidade; proposta de formação docente, apresentadas a cursos de formação inicial e continuada de professores; instrumentos avaliativos, propondo avaliações à aprendizagem; e materiais didáticos, com a finalidade de proporcionar a aprendizagem de algum conteúdo que sirva de apoio ao professor no processo de ensino-aprendizagem. Esses materiais podem ser concretos, audiovisuais ou novas mídias que utilizam de tecnologia, como computadores e internet (SOUZA et al. 2015).

Realizou-se, portanto, a produção de um PE para ensino de EH em formato de DC, expondo os fatos sobre o tema de maneira prática e utilizando elementos textuais próprios da área de DC que proporcionem o alcance do público-alvo com a eficácia pretendida. A DC produzida foi desenvolvida utilizando a plataforma *on-line* WIX®, visando ser um material de rápido acesso aos professores, aos alunos e aos demais públicos que possam vir a se interessar pelo conteúdo desse produto.

O material produzido passou por métodos de avaliação e de validação, para indicar possibilidades de aperfeiçoamento do material e os limites que podem estar impostos à sua produção. O método de validação consiste em verificar se o produto pode garantir resultados satisfatórios (MARCONI e LAKATOS, 2003), isso a partir de pequena quantidade de avaliadores. O método de validação do produto, segundo Gil (2002), centra-se em avaliar os instrumentos de modo que se garanta que exerçam exatamente o que eles têm por objetivo exercer. Os critérios escolhidos foram: estrutura, conteúdo, relevância, objetividade e originalidade (MARCONI e LAKATOS, 2003) e com isso se objetivou avaliar não apenas a qualidade do conteúdo de EH, como também a sua estrutura e os demais elementos empregados na DC.

O processo de validação ocorreu em duas etapas: a primeira etapa foi uma avaliação realizada durante a reunião do Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Biologia, no laboratório de ensino de uma universidade pública do estado do Paraná. A validação incluiu a apresentação da DC e discussões sobre ela quanto aos critérios propostos, assim como indicações de referências bibliográficas, sugestões de títulos e de assuntos que poderiam ser abordados.

Essa primeira etapa foi desenvolvida em duas reuniões, sendo que na primeira foi realizada a audiogravação da proposta. Esse método permitiu que sugestões e debates fossem resgatados mais facilmente. Na segunda reunião, apresentou-se o *website* de DC construído, que foi avaliado, de forma qualitativa, por meio de um questionário com as questões apresentadas no Quadro 1. As questões utilizaram os critérios escolhidos de modo a orientar a avaliação.

A segunda etapa consistiu na validação, sendo convidados quatro professores especialistas na área de Evolução Biológica e Humana. Para tanto, foi utilizada a escala de *Likert* como base para as respostas ao questionário, com categorias de 1 (um) a 5 (cinco) em ordem crescente, sendo que 1 (um) representa inadequado, 2 (dois) pouco adequado, 3 (três) razoavelmente adequado, 4 (quatro) adequado e 5 (cinco) muito adequado. A adoção de escalas é importante em estudos qualitativos, isto é, estudos em que são analisadas as opiniões e sistematizadas as avaliações (GIL, 2002). Desse modo, considerou-se serem importantes os pareceres emitidos pelos especialistas, a partir do item "justificativa" contido no questionário. A análise dos questionários foi feita de forma qualitativa, visto que todas as questões utilizavam a escala *Likert*, descrita acima, e apresentavam a opção de justificativa, que não era obrigatória. Os especialistas foram identificados de E1 a E4.

**Quadro 1.** Questionário aplicado no grupo de pesquisa para avaliação do produto educacional.

1. Quanto à ESTRUTURA do produto educacional proposto para a divulgação científica, como você considera a distribuição das imagens, dos títulos e das informações textuais?
2. Em relação ao CONTEÚDO, são os itens selecionados sobre a Evolução Humana – como a relação de parentesco entre os primatas, o bipedismo, registros fósseis, a origem da espécie *Homo sapiens* assim como outros aspectos abordados na divulgação científica – pertinentes ao ensino da temática da Evolução Humana? Considera adequada a linguagem adotada?
3. No que se refere à RELEVÂNCIA, apresenta-se esse produto educacional com potencial para o ensino da temática da Evolução Humana, ou seja, apresenta qualidade didática para o ensino?
4. Considerando o quesito OBJETIVIDADE, estão as ideias e as informações apresentadas com suficiente objetividade, ou seja, com suficiente clareza?
5. A respeito da ORIGINALIDADE do produto educacional produzido como proposta de divulgação científica e construído em forma de *website*, pode-se afirmar que apresenta algo novo para uso no ensino da temática da Evolução Humana?
6. Apresente considerações gerais suas sobre o produto educacional produzido: \_\_\_\_\_.
7. Apresente contribuições para melhorias nesse produto educacional considerando os seus fins de divulgação científica: \_\_\_\_\_.
8. Apresente correções que considere necessárias e indicação de referência/s (bibliográficas ou outras) para tal: \_\_\_\_\_.

Agradecimentos por colaborar com a melhoria deste produto educacional!!!

Fonte: Elaborado pelos autores.

O referido questionário foi desenvolvido na plataforma *Google* Formulários®, e as questões foram semelhantes às do questionário utilizado na primeira etapa. O *link* do questionário foi disponibilizado ao final do *website* de DC durante o período de análise. Devido ao tamanho do questionário, ele pode ser visualizado pelo *link* <[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScETYwumjVMDvt0IRHFEJ-zOJwWZMI-yI5HX6Q0zq9dx\\_5HkQ/viewform?usp=pp\\_url](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScETYwumjVMDvt0IRHFEJ-zOJwWZMI-yI5HX6Q0zq9dx_5HkQ/viewform?usp=pp_url)>.

Quanto à escolha da bibliografia utilizada no *website*, ela foi selecionada de forma exploratória e de acordo com as sugestões dos avaliadores no grupo de pesquisa e dos especialistas durante o processo de validação do PE.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO: A CONSTRUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional (PE) desenvolvido é um *website* de Divulgação Científica (DC) sobre Evolução Humana (EH) utilizando a plataforma *Wix*®<sup>3</sup>. Uma das vantagens que essa plataforma oferece, além da gratuidade, é o acesso por computador, no formato *desktop*, e por celular *smartphone*, no formato *mobile*, sendo, portanto, de fácil acesso aos professores e à comunidade em geral. Cabe ressaltar que toda a diagramação do *website*, adição de páginas, de imagens e de textos foi realizada pelos autores deste trabalho. O PE produzido também utilizou alguns métodos característicos de um texto de DC, como títulos atrativos, textos curtos, presença de imagens e de linguagem mais próximas do leitor.

Na página inicial do *website* produzido há uma barra de navegação com os títulos de todos os itens abordados. A leitura pode ser feita também pela barra de rolagem, não necessitando utilizar apenas a barra de navegação. Na página inicial (Figura 1), está inserido o título da DC – “Qual a origem do homem? A ciência explica!” –, ilustrado com a imagem de um chimpanzé, buscando atrair o leitor. O texto inicial objetivou explicar resumidamente

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://pt.wix.com>>. Acesso em: 21 out. 2018.

a polêmica que existe na sociedade, destacando que, para a Ciência, a evolução da espécie humana resulta de um processo evolutivo. Outro aspecto abordado no texto inicial são as inúmeras interpretações equivocadas que surgem em relação ao tema, já que um dos objetivos da DC é esclarecer dúvidas frequentes ao se mencionar a EH.



Este site foi desenvolvido com o construtor de sites **WIX.com**. Crie seu site hoje. [Comece já](#)

## QUAL A ORIGEM DO HOMEM? A CIÊNCIA EXPLICA!

O homem é um produto dos processos evolutivos e quanto a isso não há dúvidas para a ciência. Quando Charles Darwin (1809-1882) incluiu a espécie humana como parte da natureza, ele certamente provocou impacto no mundo todo. Até mesmo Alfred Russel Wallace (1823-1913), se recusou a assumir a ocorrência da evolução para a espécie humana, mas isso apenas à mente (faculdades morais, intelectuais e espirituais). Portanto, a evolução humana é um tema que naquela época gerou e ainda gera polêmica. Isto ocorre devido às inúmeras interpretações que podem ser apresentadas de forma equivocada, tanto em sala de aula, como durante a divulgação em meios de comunicação em massa, como a televisão, revistas, telejornais, *internet*, redes sociais, entre outros. Há uma certa dificuldade do homem se colocar como parte da natureza, pois possuímos algumas características pertencentes só a nós, como a capacidade de se expressar através da fala "articulada e complexa", isto significa, basicamente, que os

**Figura 1:** Página inicial da DC acerca da EH, intitulada "Qual a origem do homem? A ciência explica!".

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na segunda página (Figura 2), nela se encontra o item intitulado "Viemos do macaco?", que tem como proposta apresentar o ancestral comum mais recente dos humanos, mostrando as divergências de linhagens até o surgimento da espécie humana. O objetivo é mostrar o grande número de linhagens até o aparecimento dos humanos e o momento temporal em que ocorreu a separação da linhagem dos humanos da linhagem dos demais primatas pertencentes ao clado *Hominoidea*.

## VIEMOS DO MACACO?

Esta é, geralmente, a primeira pergunta que ouvimos ao falar sobre a evolução humana, a resposta para a pergunta acima é SIM, mas para isso devemos considerar como macacos ancestrais aqueles pequenos primatas com cauda. Mas se considerarmos macacos ancestrais como chimpanzés, a resposta é NÃO, pois chimpanzés são primatas atuais ou modernos e não originaram os humanos e, portanto, a espécie humana não pode ser considerada como descendente de nenhuma das espécies dos antropoides atuais. A ideia de processo de evolução linear é representada na imagem 1. Além disso, o termo "macaco" é bastante vago, sendo aplicado a uma grande variedade de primatas.

A ciência indica que os humanos e os macacos do velho mundo, pertencentes ao clado Hominoidea, que reúne as Famílias *Hylotrupidae* (gibões) e *Hominidae* (orangotangos, gorilas, chimpanzés e humanos) divergiram de um ancestral comum provavelmente entre 22.2 e 26.1 milhões de ano. Os humanos e chimpanzés compartilham um ancestral comum, um simio, que viveu entre 7.3 a 8.4 milhões de anos, representado na imagem 2. Após a diversificação das linhagens, cada linhagem continuou se diferenciando independentemente, portanto, a espécie humana atual não pode ser considerada como descendente de nenhuma das espécies de macacos antropoides atuais.

Desde a origem dos primatas, eles se diversificaram em várias linhagens ao longo do tempo, e de uma dessas linhagens surgiram os Antropoides. Desta surgiu então uma linhagem que se diferenciou em inúmeras espécies e a que deu origem ao gênero *Homo*. Há cerca de 1.7 milhão de anos, o gênero *Homo* se expandiu geograficamente e se diversificou de forma rápida em várias espécies. A espécie humana moderna (*Homo sapiens*) possui muitas diferenças em comparação aos demais antropoides, isso é explicado pelo fato desses grupos terem evoluído separadamente em ambientes distintos durante milhões de anos. Essas modificações, que ocorreram

**Figura 2:** Segundo item da barra de navegação, intitulado "Viemos do macaco?".

Fonte: Elaborado pelos autores.



Na terceira página (Figura 3), encontra-se o item do menu intitulado “*Homo sapiens*, de onde vem?”. Esse item aborda questões relacionadas às mudanças ambientais que influenciaram diretamente a separação geográfica de populações ancestrais dos chimpanzés e da espécie humana. Com isso se pretende mostrar a complexidade dos fatores presentes no processo evolutivo da espécie *H. sapiens*.

**HOMO SAPIENS, DE ONDE VEM?**

A evolução da espécie humana representa uma pequena parte da história da vida na Terra. Entre 15 e 12 milhões de anos atrás a África Oriental começou a ser dividida, devido a forças tectônicas, formando o vale do leste da África (Rift Valley). Isto acarretou em dificuldades ao fluxo de nuvens de chuva, tornando a África Oriental cada vez mais seca e causando divisão geográfica de espécies. Este evento separou os ancestrais comuns dos chimpanzés de nossos ancestrais. Uma linhagem permaneceu na África Ocidental e originaram os chimpanzés atuais e a outra linhagem, que permaneceu no lado leste africano, na medida em que as florestas começaram a diminuir, esse ancestral comum deu origem a uma série de homínidos bípedes (os australopitécneos e homínios). Entre os homínios (*Homo* sp.) a única espécie a sobreviver até os dias atuais foi a nossa, *Homo sapiens*.

O primeiro *Homo* africano é chamado de *Homo habilis* e o primeiro *Homo* a evoluir fora da África foi o *Homo erectus* (figura 3), que colonizou a Ásia e a Oceania, mas não chegou à Europa. Um grupo de *H. habilis* permaneceu na África (com um clima seco e quente) e um grupo migrou à Europa (clima frio e úmido) se isolaram reprodutivamente um do outro, ocorrendo então o processo de especiação que deu origem a duas espécies: o que permaneceu na África originou o *Homo sapiens* (imagem 5), e o que migrou à Europa originou o *Homo neanderthalensis* (imagem 4), ambos com grandes volumes cerebrais. Os tipos de corpos dessas espécies serão mencionados posteriormente. Após a especiação do *H. sapiens*, estes migraram para fora da África e colonizaram todos os continentes.

Atualmente, na ciência existem três hipóteses para o surgimento do *H. sapiens*:

1. "modelo para fora da África", ela postula, portanto, que a espécie surgiu na África, como visto acima, e entre 100 e 200 mil anos atrás a espécie se irradiou por outros continentes, substituindo todas as espécies do gênero *Homo* que existiam. Nesta hipótese, podemos considerar que todos os humanos são descendentes de ancestrais africanos.
2. "modelo multirregional", esta postula que a espécie *H. sapiens* tenha evoluído simultaneamente em vários locais do mundo

**Figura 3:** Terceiro item da barra de navegação, intitulado “*Homo sapiens*, de onde vem?”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na quarta página (Figura 4), na seção “Seleção natural dos corpos”, ilustrada na figura abaixo, é feita uma descrição dos diferentes padrões corporais e formas de algumas espécies do gênero *Homo* com relação às diferentes pressões seletivas às quais estavam sujeitas.

**SELEÇÃO NATURAL DOS CORPOS**

*Corpos diferentes, pressões seletivas diferentes*

Os pressupostos da teoria da Seleção Natural são a sobrevivência e a reprodução do indivíduo. Segundo esta teoria os seres vivos que conseguem sobreviver e reproduzir em determinado ambiente poderão ter suas características mantidas nas próximas gerações. Para compreender melhor o que seria a aptidão de um indivíduo, façamos uma comparação: em um ambiente contendo ambos os indivíduos, ou seja, os mais e os menos adaptados, podemos dizer que caso ocorra uma alteração em grande escala no ambiente, em média, os indivíduos mais adaptados terão maior sucesso na sobrevivência e reprodução do que os menos adaptados.

ESQUELETO HOMO ERECTUS	ESQUELETO HOMO NEANDERTHALENSIS	ESQUELETO HOMO SAPIENS
		

**Figura 4:** Quarta página do *website*: “Seleção natural dos corpos”.

Fonte: Elaborado pelos autores.



Na quinta página (Figura 5), nela está presente o tópico referente às semelhanças entre todos os primatas, ou seja, as características compartilhadas entre eles. Essa seção – intitulada “Somos diferentes. Será?” – tem por objetivo proporcionar a reflexão dos leitores quanto a grande quantidade de semelhanças entre os primatas e aos graus de parentesco entre eles. Nesta página, são abordadas várias características compartilhadas e explicações quanto às possibilidades que cada estrutura proporcionou aos primatas em geral.

## SOMOS DIFERENTES. SERÁ?

Muitas características compartilhadas entre os primatas, como as físicas, comportamentais e anatômicas (Imagem 6), têm influência do ancestral ter origem arborícola. A vida em cima de árvores é bem diferente da vida em solo. O ambiente arbóreo possui implicações como ser irregular e apresentar riscos de queda, enquanto que o ambiente terrestre oferece menores riscos de acidentes e maior capacidade de exploração do ambiente. Várias características são decorrentes deste tipo de vida:

- Extremidades capazes de “pegar” um objeto – Os primatas possuem um polegar opositor em relação aos demais dedos (a oposição de dedos também está presente em aves, e alguns lagartos como camaleões demonstrando um exemplo de convergência evolutiva), isso possibilita o movimento de pinçar com os dedos;
- A redução do olfato, devido a ancestralidade com animais arborícolas, pois este não é tão essencial a um animal arborícola como para um animal do solo;
- A acuidade visual entre os primatas, no geral, é uma das melhores do reino animal, juntamente com a acuidade visual das aves. Podem distinguir cores e a distância dos objetos devido a visão frontal estereoscópica (essencial a animais arborícolas, visto que animais com este tipo de vida necessitam se locomover de uma árvore à outra), enquanto que muitos mamíferos possuem uma visão lateralizada. A visão com a formação de imagens altamente resolúveis é possibilitada por uma área muito sensível na retina, chamada de fóvea, que converge a luz juntamente com o auxílio do cristalino;
- O desenvolvimento do cérebro, que será descrito adiante com maiores detalhes;

**Figura 5:** Quinto item da barra de navegação, intitulado “Somos diferentes. Será?”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na sexta página (Figura 6), a seção com o título “Afinal, o que temos de diferente?” tem o intuito de mostrar como são pequenas as diferenças entre humanos e os demais primatas e o quanto essas pequenas diferenças foram suficientes para o desenvolvimento da espécie *H. sapiens*. São então elencadas as diferenças, como o tamanho dos ossos das extremidades anteriores e posteriores, o tamanho da mandíbula, a posição da face e o tamanho do cérebro.

## AFINAL, O QUE TEMOS DE DIFERENTE?

Desde que se iniciaram as tentativas de sistematização dos seres vivos, os humanos foram incluídos no grupo dos primatas graças as suas semelhanças morfológicas com macacos antropóides. Até mesmo Linnaeus (1707-1778) já havia incluído a espécie humana no grupo dos primatas. Certamente, as diferenças são muito pequenas quando analisamos as características moleculares e cromossômicas, mas existem algumas diferenças morfológicas, embora sejam poucas, que tornam possível distinguir o homem dos demais primatas. Algumas diferenças que podemos citar entre o homem e os demais primatas antropóides (também chamados de primatas do Velho Mundo: gorilas, chimpanzés, orangotango, gibões e na qual o homem está incluso) são:

- A posição do *forâmen magnum* (local na base do crânio onde se encaixa a coluna vertebral) é direcionada a uma posição mais anterior quase no centro da base do crânio e nos demais antropóides esta abertura de ligação da coluna vertebral e do crânio está em uma parte posterior do crânio;
- O joelho do homem é direcionado mais internamente que os demais primatas, no geral, e são características derivadas do andar bípede e diferenciadas dos demais primatas, que possibilitaram colocar os pés no centro de gravidade enquanto caminhamos.

**Figura 6:** Sexto item da barra de navegação: “Afinal, o que temos de diferente?”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na sétima página do *website* (Figura 7) se aborda o tópico "bipedismo" na espécie humana, com o título "Por que somos bípedes?". Nessa página são descritas as modificações no sistema esquelético e suas implicações para a saúde humana, assim como as possibilidades que surgiram com a postura bípede.

## POR QUE SOMOS BÍPEDES?

Nós humanos temos a capacidade de andar com postura bípede, ou seja, sobre os pés e sem utilizar as mãos como pontos de apoio. Muitos animais utilizam a postura bípede durante períodos curtos para obtenção de alimento, fugindo de predadores ou explorando o ambiente como ursos, alguns lagartos e alguns roedores e alguns animais se locomovem de forma bípede habitual ou exclusiva, como as aves, o canguru. Entre as mais de duzentas espécies de primatas existentes, apenas a espécie humana é bípede habitual. A locomoção bípede está relacionada à vida em ambientes arbóreos de nossos ancestrais, o que os fez ficarem em uma postura sentada e com o tronco em uma posição mais próxima de vertical. Este tipo de postura nas árvores contribuiu para que a caixa craniana fosse rotacionada em cerca de 90°, alinhando a face de forma paralela ao tronco.

O registro fóssil indica que primatas potencialmente bípedes existiam em ambiente de floresta, e que esta característica foi favorecida na medida em que os ambientes de floresta do leste africano foram se reduzindo e fragmentando devido às mudanças climáticas. Os primeiros homínidos mostram que havia uma dependência cada vez maior do bipedalismo. Isto se deve a alguns indicadores como um encurtamento e alargamento da pelve, a coluna vertebral em forma de S.

O andar bípede teve grande importância para a evolução humana, pois possibilitou várias habilidades que proporcionaram melhor sobrevivência na terra, assim como alterou algumas estruturas e funcionamento do corpo humano. Ao andar de forma bípede, o corpo humano não necessitou mais respirar sincronicamente com os passos. Nos animais que caminham sobre as quatro patas as costelas são utilizadas para o movimento tornando difícil a respiração enquanto que nos bípedes os pulmões modularam a respiração devido às costelas terem deixado de serem necessárias ao andar e isto pode ter contribuído ao desenvolvimento até mesmo da fala.

Ocorreram várias modificações no corpo durante o processo de evolução (imagem 7). Os ossos da mão e os braços encurtaram enquanto que os membros inferiores se alongaram. Os ossos dos pés perderam a curvatura tão acentuada. O dedo hálux.

**Figura 7:** Sétimo item da barra de navegação: "Por que somos bípedes?".

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na página seguinte (Figura 8) é analisado o desenvolvimento do cérebro humano, relacionando-o a mudanças nos hábitos alimentares em relação aos demais primatas, deixando uma dieta estritamente herbívora, com alimentos duros, e passando a ter hábitos de dieta carnívora, com alimentos macios.

## POR QUE UM CÉREBRO GRANDE?

O ambiente de floresta que nossos ancestrais antropóides habitavam foi essencial ao aumento do tamanho do cérebro que ocorreu, juntamente com um aumento do córtex, que resultou na possibilidade de realizar movimentos precisos e premeditados, com maior sofisticação, além da inteligência e outras capacidades cerebrais. Nos primeiros homínidos bípedes, os *Australopithecus*, embora tenha primeiro evoluído o bipedalismo, seus cérebros permaneceram relativamente pequenos, muito semelhantes, em volume, aos dos chimpanzés atuais. Isso parece ter ocorrido porque os primeiros bípedes ainda dependiam do ambiente de floresta para sobreviver. Ou seja, seus hábitos não sofreram grandes modificações. O problema é que eles tinham que caminhar mais para encontrar novos fragmentos de floresta para explorar, de acordo com o registro fóssil. Isto supõe que o bipedalismo é anterior à expansão do tamanho do cérebro e foi, portanto, fundamental ao desenvolvimento do cérebro.

Portanto, é importante mencionar os aspectos intrínsecos ao aumento gradual no volume cerebral que houve até o *Homo sapiens* (imagem 8). A capacidade craniana dos humanos aumentou significativamente em relação aos nossos ancestrais (imagem 9). O aumento do tamanho do cérebro ocorreu de forma lenta de 6 a 2 milhões de anos atrás, mas uma rápida expansão do cérebro ocorreu entre 600.000 e 200.000 anos atrás. O ambiente arbóreo, muito importante para o desenvolvimento de várias características, possibilitou que permanecessem os indivíduos com grande capacidade de coordenação motora, ocorrendo gradativamente um aumento na área do córtex cerebral em relação ao cerebelo e o aumento do controle do córtex em relação ao cerebelo. Nos primatas, o córtex se tornou responsável por diversos movimentos mais sofisticados do que o caminhar bípede, que é controlado pelo cerebelo. O cerebelo é responsável por funções como o tônus muscular e movimentos básicos.

Este dramático aumento na capacidade craniana se iniciou entre 1,7 milhões de anos atrás. As diferentes estratégias alimentares do gênero *Homo* e do gênero *Paranthropus*, ambos derivados dos *australopithecinos*, influenciaram a expansão do cérebro que ocorreu no gênero *Homo*. O gênero *Paranthropus* tinha como estratégia alimentar a extração de tubérculos e outros recursos de origem vegetal, como folhas, sementes e frutos, devido a este tipo de dieta com alimentos duros os músculos masseter e temporal eram bem

**Figura 8:** Oitavo item da barra de navegação: "Por que um cérebro grande?".

Fonte: Elaborado pelos autores.

A página seguinte (Figura 9) aborda aspectos da simbologia e da cultura humanas bem como os desdobramentos que propiciaram o desenvolvimento de aspectos como a fala e a produção e uso de ferramentas. Atualmente se sabe que o uso de ferramentas antecedeu a expansão do cérebro.



**Figura 9:** Nono item da barra de navegação: “A simbologia e a cultura Humana”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi incluído neste PE uma seção com informações sobre Luzia (Figura 10), o fóssil humano mais antigo da América do Sul, encontrado em Minas Gerais durante escavações realizadas pela missão franco-brasileira sob a liderança da falecida Annette Laming-Emperaire (NEVES, 1999). Posteriormente, o fóssil foi estudado por Walter Neves em conjunto com pesquisadores de várias universidades. O objetivo desta seção é relatar a importância de Luzia para conhecer a ancestralidade humana da América do Sul.

## LUZIA: UMA (RE)DESCOBERTA EM MINAS GERAIS E NOVOS CAMINHOS

Segundo informações presentes no guia de visitação do Museu Nacional, Luzia era mulher com aproximadamente 25 anos de idade e 1,5 metros de altura. Essas informações só foram possíveis de serem definidas após um longo estudo dos restos do seu esqueleto. A idade foi possível determinar a partir da análise dos ossos de sua pelve (bacia) e sua altura pelo comprimento dos ossos longos. Seu crânio (imagem 11) foi recuperado em 1974 e 1975 na região de Lapa Vermelha IV, pela arqueóloga francesa Annette Laming-Emperaire que liderava a escavação. Por cerca de 20 anos, os restos de Luzia ficaram guardados nas gavetas do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Até então só se sabia que o fóssil era muito antigo, mas não se tinha realizado nenhum estudo desses restos para obter maiores detalhes.

Por volta de 1990 o pesquisador Walter Neves teve acesso ao fóssil de Luzia, e conduziu um estudo comparativo com outras 45 medidas antropométricas do crânio, sugerindo que traços africanos para o rosto de Luzia (imagem 12). A datação de carbono radioativo indicou que estes são os restos humanos mais antigos encontrados na América do Sul, tendo entre 11.000 e 11.500 anos e possibilitou sugerir qual a idade, sexo, altura e outras informações importantes.

A descoberta de Luzia foi de grande importância para a inferência da ancestralidade dos seres humanos. Com isso, as Américas são vistas como parte da primeira expansão de seres humanos anatomicamente modernos da África, iniciada durante o início do Pleistoceno Superior.

O que aconteceu com Luzia e seu povo até então era um mistério, mas no final de 2018 pesquisadores das universidades de São Paulo, Estados Unidos e Alemanha publicaram um artigo científico em uma prestigiada revista científica chamada Cell, na qual realizaram um estudo comparativo de DNA extraído de esqueletos fósseis. Os esqueletos foram encontrados na Argentina, Belize, Brasil, Chile e Peru. Antigamente não era possível extrair material genético de fósseis, mas a técnica foi constantemente aperfeiçoada. Com este estudo, os pesquisadores inferiram que povos da Cultura Clovis (pertencentes à América do Norte, famosa pela produção de pontas de flechas polidas) migraram para a América do Sul e colonizaram por um tempo, mas a cerca de nove mil anos atrás ela desapareceu, e foi substituída pelos ancestrais diretos dos grupos indígenas que habitavam o Brasil durante o período colonial.

Segundo os pesquisadores, estudos baseados utilizando como marcadores genéticos são mais confiáveis para ancestralidade e origem

**Figura 10:** Seção sobre Luzia, o fóssil descoberto em Minas Gerais.

Fonte: Elaborado pelos autores.



Um aspecto diferencial do produto de DC apresentado aqui é a presença de uma entrevista com o professor Dr. Nélio Bizzo acerca do tema Evolução. A entrevista foi transcrita e está disponível no décimo item da barra de navegação (Figura 11). O objetivo da entrevista foi possibilitar que o público, ao acessar o *website* por nós elaborado, tenha contato com a opinião de um especialista no assunto. Na entrevista, foram apontadas questões importantes sobre o tema EB e EH e as implicações religiosas, sociais e científicas, que auxiliarão na compreensão de um tema tão complexo como a EH, além de proporcionar maior credibilidade ao conteúdo desta DC.

## ENTREVISTA COM PROFESSOR DR. NÉLIO BIZZO

*Nesta seção está uma entrevista concedida pelo professor Dr. Nélio Bizzo, um especialista em evolução, onde ele responde algumas perguntas sobre evolução biológica, evolução humana e as principais dificuldades no ensino do tema.*

### 1. O que é a Evolução Biológica?

*É uma resposta ao mesmo tempo simples ou complexa, quando a gente fala em evolução biológica estamos pensando na mudança do perfil genético de uma população ao longo do tempo. Então se você tem frequências gênicas mudando numa população você tem então um evidência de evolução. São as mudanças que ocorrem em diferentes gerações numa dada população. Isso pode resultar em mudanças tão grandes que duas populações que podem se inter cruzar deixam de poder fazê-lo e aí nós falamos então em dois táxons diferentes podem ser duas espécies diferentes ou dois gêneros. Essa diferenciação pode se ampliar ao longo do tempo. Agora, evolução não é simplesmente a formação de novas espécies, mas sim a mudança nas frequências gênicas nas populações*

### 2. Quais as evidências que existem em relação a evolução?

**Figura 11:** Entrevista com o professor Dr. Nélio Bizzo.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

Por fim, a bibliografia consultada para a produção deste PE de DC sobre EH está disponível ao final do *website* (Figura 12).



### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALLEN, David L.; STEVENSON, Joan C. Teaching Human Evolution. *The American Biology Teacher*, v. 66, n. 5, p. 333-339, 2003.

Campos, Rita (ed.) et al. **Um livro sobre evolução**. CIBIO, Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, Porto, Portugal, 2013, 166 p.

FUTUYMA, Douglas J. Evolução humana e aspectos sociais. In: FUTUYMA, Douglas J. *Biologia Evolutiva*, 2 ed. SBG, 1997, p. 530-567.

GOULD, Stephen Jay. **Vida maravilhosa**: o acaso na evolução e a natureza da história. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.

MAYR, Ernst. O homem como espécie biológica. In: MAYR, Ernst. **Populações, Espécies e evolução**. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1977, p. 401-440.

MAYR, Ernst. Desenvolvimento pós-síntese. In: MAYR, Ernst. **Desenvolvimento do Pensamento Biológico**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1998, p. 637-703.

NEVES, Walter; et al. Lapa vermelha IV/hominídeo 1: morphological affinities of the earliest know american. *Genetics and Molecular Biology*, v. 22, n. 4, p. 461-469, 1999.

PICO, Pascal. **As origens do homem explicadas para crianças**. Editora Unesp, 2012, 189 p.



**Figura 12:** Bibliografia  
Fonte: Elaborado pelos autores.



Houve a necessidade, durante as etapas de validação, da criação de um glossário (Figura 13) para explicar termos científicos específicos da EH. O intuito do material foi contribuir para facilitar a compreensão dos conceitos abordados e para que os professores tenham maior confiança ao trabalhar a temática por meio da ferramenta. Consequentemente, o aluno terá menores dificuldades na compreensão de um tema complexo como este.



**Figura 13:** Glossário

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como já dito anteriormente, a plataforma em que o *website* foi construído apresenta também o formato *mobile* (Figura 14). Assim, não há prejuízo ao leitor que visualize o *website* por meio do celular, o que facilita ainda mais o acesso do PE a professores, a alunos e aos demais interessados, até mesmo quando não for possível o acesso pelo computador.



**Figura 14:** Formato *mobile* do *website*.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O PE "Qual a origem do homem? A ciência explica!", com fins de DC sobre a EH, pode ser acessado pelo *link*: <<https://erodriguesgruneval.wixsite.com/qualaorigemdohomem>>.

### **Avaliação do produto educacional**

O produto educacional foi elaborado com base em fontes bibliográficas confiáveis sobre o tema, fontes essas que foram apresentadas a especialistas e eles, por sua vez, sugeriram mais algumas obras durante as etapas de validação, de forma a atender às necessidades dos professores para o ensino de EH. Essa forma de elaboração da DC tem a intenção a intenção de amenizar as dificuldades dos professores ao abordarem essa temática tão complexa (TIDON e VIEIRA, 2009; CHUMBINHO, 2016). Com isso, espera-se que esse material contribua para com o ensino da temática em sala de aula. O produto apresenta ainda características específicas de divulgação científica, a exemplo de títulos atrativos ao leitor, a presença de várias imagens com legendas explicativas e textos de fácil leitura, ao mesmo tempo em que aborda o conteúdo de algumas pesquisas científicas importantes na área.

Quanto à estrutura do PE, o grupo de pesquisa avaliou que é satisfatório, uma vez que conta com imagens e com textos bem distribuídos. Além disso, o grupo também apontou considerações para melhorias, como a criação de legendas explicativas nas imagens e a criação de um glossário, considerações que foram atendidas. Em relação ao conteúdo, segundo o grupo, os itens selecionados sobre a evolução humana se encontram bem organizados e com linguagem acessível a alunos do ensino médio. O grupo trouxe também contribuições de aperfeiçoamento do material. No que se refere ao critério de relevância, o produto foi considerado como relevante, com o intuito de pesquisa e de complementação ao ensino em sala de aula. Em consideração ao quesito objetividade, o grupo de pesquisa apontou a construção de alguns parágrafos longos que poderiam comprometer o entendimento dos alunos, o que foi alterado, na versão final, visando atender a essa recomendação. A respeito da originalidade do PE, o grupo de pesquisa o classificou como uma alternativa eficaz para aluno e professor durante o ensino de EH.

A segunda etapa de validação consistiu de uma avaliação com quatro especialistas (três doutores e um mestre) na temática da Evolução. Os avaliadores tiveram como base para a avaliação os critérios descritos no questionário, assim como a possibilidade de apontar outras contribuições que julgassem necessárias. Sobre a estrutura da DC, os especialistas a classificaram como razoavelmente organizada e adequada, sugerindo algumas modificações no posicionamento de figuras e de textos, de modo a melhorar a compreensão do leitor, também em alguns títulos, como pode ser visto nos comentários a seguir: "*Há a necessidade de algumas modificações no posicionamento de figuras e de textos para melhorar a compreensão do leitor*" (E1), "*Precisa rever apenas alguns títulos e a ideia que o ambiente irá determinar o aparecimento de características*" (E2), "*A distribuição de imagens, de títulos e das informações textuais está bem organizada. O site, como um todo, é bem prático, fácil de manusear*" (E3).

Em relação ao conteúdo, a DC foi classificada como razoavelmente elaborada e adequada pelos especialistas. Os itens selecionados sobre a EH, como a relação de parentesco entre os primatas, o bipedismo, os registros fósseis e a origem da espécie *H. sapiens*, todos foram considerados pertinentes ao ensino de EH. Suas contribuições ao conteúdo foram a respeito de pequenos erros conceituais, que foram corrigidos, e alguns termos que precisaram ser mais bem explicados, como a seleção natural. Os comentários dos especialistas foram:

*Existem pequenos erros conceituais e alguns assuntos que precisam ser melhor (sic) explicados (não muito mais explicados, mas apenas melhor (sic) explicados)"(E1),*

*Poderia explicar melhor alguns termos, principalmente, "seleção natural" (E2) e,*

*[...] para um texto introdutório e rápido, para aprender conceitos iniciais, o texto está bom e os itens e aspectos abordados são, sim, pertinentes ao ensino das Origens Humanas (Evolução Humana) (E3).*

No que se refere à relevância, o PE foi avaliado como muito adequado, constituindo-se um potencial objeto para o ensino de EH. Os avaliadores consideraram que essa forma de divulgação do conhecimento científico é importante e precisa ser mais bem explorada no ensino, pois a EH ainda é pouco "trabalhada" no ensino devido à falta de materiais específicos sobre o tema e à dificuldade de acesso aos mesmos materiais. Além disso, materiais a respeito da evolução humana são fundamentais, já que esse é um tema complexo e pouco compreendido.

Ao analisar o quesito objetividade das informações apresentadas nessa DC, os avaliadores consideraram como razoavelmente adequado e indicaram que alguns conceitos precisam ser mais bem expressos para se tornarem mais claros.

O último critério avaliado foi a respeito da originalidade do PE que – repita-se – foi produzido como proposta de DC e elaborado em forma de *website* em uma plataforma *online*. Nesse aspecto, o produto desenvolvido apresentou-se como algo novo para o uso no ensino de EH, sendo classificado como adequado e muito adequado pelos especialistas. Ressaltou-se que, no Brasil, esse tipo de plataforma ainda não é tão explorado, embora venha recebendo maior atenção nos últimos anos.

O questionário de avaliação continha ainda espaço para considerações gerais, sendo então a proposta considerada como pertinente ao ensino, assim como foram feitas outras contribuições para melhorias do PE e sugeridas fontes bibliográficas a serem consultadas. Assim, portanto, a proposta de validação do PE em duas etapas possibilitou a elaboração de um material que pode ser amplamente utilizado no ensino de EH em sala de aula, sendo esse um tema pouco explorado no ensino e com grande complexidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A DC produzida apresentou alguns temas considerados importantes na literatura acerca da EH. Foram discutidos temas como o parentesco dos humanos com os demais primatas, a migração do gênero *Homo* nos continentes, as diferentes formas de padrões corporais encontrados durante a linhagem evolutiva, diferenças e semelhanças do homem com os demais integrantes do grupo dos primatas e outros assuntos pertinentes ao ensino do tema.

O produto desenvolvido cumpre os objetivos propostos inicialmente. Dentre os objetivos destaca-se a elaboração de um produto educacional de apoio ao professor no ensino de Evolução Humana significativo ao ensino de EH. Pode-se afirmar isso em razão de que foi submetido a duas etapas de validação, que objetivaram identificar eventuais limitações e corrigi-las, assim como observar as potencialidades de ensino e de divulgação desse material e respectivo tema. Quanto às validações, realizadas tanto pelo grupo de pesquisa como pelos especialistas, classificou-se o PE desenvolvido como adequado ao ensino de EH.

Considera-se, portanto, que o produto atende às necessidades detectadas no ensino de EB e de EH, além de se constituir um material de livre acesso na internet. Espera-se também que, ao esse PE ser utilizado no ensino, haja impactos positivos e negativos no público-alvo, que resultem em reações diversas que os professores devem considerar ao utilizar esse material, que trata de um tema controverso e, por isso, polêmico.

Sugere-se, ainda, como possibilidade de futuras pesquisas, a implementação desse PE em sala de aula para analisar os possíveis impactos no ensino do tema. Com a aplicação do produto em sala de aula poderão, eventualmente, ocorrer ainda outras observações sobre limitações e potencialidades do material, facilitando e contribuindo com a produção de novos materiais voltados ao ensino do tema.

### Agradecimentos

Agradecemos ao professor Dr. Nélio Bizzo por sua disponibilidade e compromisso em conceder a entrevista que compôs parte do produto educacional desenvolvido.

### REFERÊNCIAS

ALBAGLI, Sarita. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Ciência da Informação**, v. 25, n. 3, p. 396-404, 1996.

ALLEN, David L.; STEVENSON, Joan C. Teaching Human Evolution. **The American Biology Teacher**, v. 65, n. 5, p. 333-339, 2003.

ALMEIDA, Argus Vasconcelos; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 1, p. 17-32, 2005.

ALMEIDA, Elineí Araújo; ARAÚJO, Talita Guimarães de; TORRES, Danielly Ferreira. Modelagem de cladogramas tridimensionais e aprendizagem de conceitos em Sistemática Filogenética. In: IV Colóquio Nacional em Epistemologia das Ciências da Educação, 2007, Natal. **Anais...** Natal, RN: UFRN, 2007.

ARAÚJO, Leonardo Augusto Luison (Org.). **Evolução biológica: da pesquisa ao ensino**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2017. 519 p.

ARIZA, Fabiana Vieira; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. A *scala naturae* de Aristóteles no tratado *De Generatione Animalium*. **Filosofia e História da Biologia**, v. 5, n. 1, p. 21-34, 2010.

BERTOLETTI, Jeter Jorge. **Museu de Ciências e Tecnologia da PUC-RS**. 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura16.shtml>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

BIZZO, Nélio. **Novas bases da biologia: das moléculas às populações**. Volume 1. São Paulo: Editora Ática, 2011. 400 p.

BULLA, Marcelo Erdmann. **O papel das interações polêmicas (controvérsias científicas) na construção do conhecimento biológico: investigando um curso de formação continuada**



de professores sobre Evolução Humana. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília/DF, 2000.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR – CAPES. **Documento de área 2013.** Disponível em: <<http://www.avaliacaotrienal2013.capes.gov.br/documento-de-area-e-comissao>>. Acesso em: 7 ago. 2018.

COELHO, Márcia Azevedo; MORALES, Ana Paula. A revista Pré-Univesp na SA. In: GIORDAN, Marcelo; CUNHA, Marcia Borin da (Org.). **Divulgação científica na SA.** Ijuí, RS: Editora da Unijuí, 2015. p. 331-349.

CHUMBINHO, Sérgio de Abreu. **Análise do conflito entre ciência e religião durante o ensino de evolução:** propondo estratégias de mediação. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

DALAPICOLLA, Jeronymo; SILVA, Victor de Almeida; GARCIA, Júnia Freguglia Machado. Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 1, p. 150-172, 2015.

FARIA, Felipe A. Georges Cuvier: história natural em tempos pré-darwinianos. **História, Ciências, Saúde**, v. 17, n. 4, p. 1031-1034, 2010.

FUTUYMA, Douglas J. **Biologia evolutiva.** 2. ed. São Paulo: SBG, 1997. 631 p.

\_\_\_\_\_. **Biologia evolutiva.** Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora, 2009. 830 p.

GALVÃO, Mayra de Freitas et al. Jogo da evolução. **Genética na Escola.** v. 7, n. 2, 2012.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

IVANISSEVICH, Alicia. A divulgação científica na mídia. **Revista Ciência e Ambiente**, n. 23, p. 71-77, 2001.

KEMPER, Alessandra. **A evolução biológica e as revistas de divulgação científica:** potencialidades e limitações para o uso em sala. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília/DF, 2008.

LEIBRUDER, Ana Paula. O discurso de divulgação científica. In: CHIAPPINI, Lúgia (Org.). **Gêneros do discurso na escola:** mito, conto, cordel, discurso político, divulgação científica. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2003. p. 229-269.

LICATTI, Fabio. **O ensino de evolução biológica no nível médio:** investigando concepções de professores de Biologia. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru/SP, 2005.

LOPES, Sônia Godoy Bueno Carvalho; HO, Fanly Fungyi Chow. Noções de evolução biológica. In: **Diversidade biológica, história da vida na Terra e bioenergética**. São Paulo: USP/Univesp/Edusp, 2014, p. 19-33.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p.

MARIOTTO, Lucas Ribeiro; VAZ, Gustavo D'Abrantes. **Teoria e prática**: diferentes abordagens no ensino de biologia. São Paulo: JLM Acessoria Empresarial, 2017. 225 p.

MAYR, Ernst. Desenvolvimento pós-síntese. In: MAYR, Ernst. **Desenvolvimento do pensamento biológico**. Brasília, DF: Editora UnB, 1998. p. 637-703.

\_\_\_\_\_. A autonomia da biologia. In: MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. p. 36-54.

\_\_\_\_\_. **O que é a evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009. 342 p.

MELO, Demmya Haryssam Menezes et al. A aplicabilidade do cladograma como ferramenta no ensino de evolução biológica. In: XII Congresso Nacional de Educação, 2015, **Anais...** São Paulo: PUC, 2015, p. 19054-19070.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel Ninõ. **Evolução**: o sentido da biologia. São Paulo: Editora da UNESP, 2005. 136 p.

\_\_\_\_\_. O que está em jogo no confronto entre criacionismo e evolução. **Revista Filosofia e História da Biologia**, v. 8, n. 2, p. 211-222, 2013.

MOURA, Júlio Cesar da Silva; SILVA-SANTANA, Cristiana de Cerqueira. A evolução humana sob a ótica do professor do ensino médio. **Revista Metáfora Educacional**, n. 13, p. 93-108, 2012.

NEVES, Walter; et. al. Lapa vermelha IV hominid 1: morphological affinities of the earliest know american. **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, n. 4, p. 461-469, 1999.

OLIVEIRA, Graziela Lopes. **Panorama das pesquisas sobre divulgação científica/popularização da ciência no Brasil**. 2015. 98 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande/RS, 2015.

PAESI, Ronaldo Antônio. Evolução humana nos livros didáticos de Biologia: o antropocentrismo em questão. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 143-166, 2018.

PORTO, Cristiane Magalhães. A internet e cultura científica no Brasil. In: PORTO, Cristiane de Magalhães (Org.). **Difusão e a cultura científica**: alguns recortes. Salvador, BA: Editora da UFBA, 2009.

ROBERTS, Alice. **Evolution**: the human history. New York: DK, 2011. 256 p.

RODRIGUES, Maciel Élio; JUSTINA, Lourdes Aparecida della; MEGHLIORATTI, Fernanda Aparecida. O conteúdo de sistemática e filogenética nos livros didáticos do ensino médio. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 2, p. 65-84, 2011.

SILVA, Paloma Rodrigues da; ANDRADE, Mariana Aparecida Bologna Soares de; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Concepções de professores de Biologia a respeito da diversidade dos seres vivos: uma análise, considerando o desenvolvimento histórico das ideias evolucionista. In: BASTOS, Felipe (Org.). **Ensino de Ciências e Matemática III: contribuições da pesquisa acadêmica a partir de múltiplas perspectivas [on-line]**. São Paulo: Editora UNESP, 2010. 214 p.

SILVA OLIVEIRA, Graciela da. Darwin na escola: relato de uma experiência de divulgação científica. **Rev. Cult. e Ext. USP**, São Paulo, n. 12, p. 57-71, 2015.

SILVA, Maria Graziélle da; SILVA, Rêjane Maria Lira da; TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. A evolução biológica na formação de professores de Biologia. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2011.

SIQUEIRA, Ataiz Colvero de; SCHEID, Neusa Maria John. A abordagem dos temas controversos em livros didáticos de ciências e de biologia brasileiros. **Interacções**, n. 39, p. 69-91, 2015.

SOUZA, Marta João Francisco Silva et al. Análise dos produtos de programas de mestrado profissional: um recorte envolvendo o Ensino de Matemática na Região Sul do Brasil. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015. **Anais...** São Paulo, 2015.

TIDON, Rosana; LEWONTIN, Richard C. Teaching evolutionary biology. **Genetics Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-47572004000100021](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572004000100021)>. Acesso em: 20 maio 2018.

TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **ComCiência**, n. 107, 2009.

VARGENS, Marta Moniz Freire; EL-HANI, Charbel Ninõ. Análise dos efeitos do jogo clipsitacédeos (clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre evolução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação de Ciências**, v. 10, n. 10, p. 1-11, 2009.