

UNIVERSIDADE SANTO AMARO

Curso Ciências Biológicas

Vanusa Ilaria da Silva

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E SUA ABORDAGEM EM LIVROS
DIDÁTICOS**

São Paulo

2021

Vanusa Ilaria da Silva

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E SUA ABORDAGEM EM LIVROS
DIDÁTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.
Orientadora: Prof.^a Me. Maria do Socorro Pereira Lippi

São Paulo

2021

Vanusa Ilaria da Silva

**EVOLUÇÃO BIOLÓGICA E SUA ABORDAGEM EM LIVROS
DIDÁTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título
de Licenciatura plena em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a Me. Maria do Socorro Pereira Lippi

São Paulo, de novembro de 2021.

Banca Examinadora

Prof. Dr.

Prof. Dr.

Conceito Final: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela sua bondade e pela oportunidade de conseguir chegar até aqui. Reconheço que sem Ele não seria possível.

Agradeço a minha família pelo apoio desde o início da graduação, em especial a minha mãe, ao qual dedico este trabalho por estar presente desde o meu primeiro respiro, até a primeira aula na Universidade e a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso, sempre acreditando em meus sonhos e no meu potencial. Agradeço também as minhas amigas: Beatriz Mohiny, Gabriela Freitas e aos colegas de classe, em especial Isabela de Paula, Amanda Tavares e Aurelandia Maria.

Agradeço também a todos os professores que passaram pela minha vida deixando um legado, especialmente a minha maior inspiração para cursar Licenciatura em Ciências Biológicas: Prof^a Mildres de Abreu, um exemplo de amor a profissão e ao Educador Wendel pela motivação. Aos queridos professores de Ciências Biológicas da Universidade Santo Amaro que sempre se dedicam para proporcionar aos seus alunos conhecimento. Vocês são pontes para o nosso sucesso.

Um agradecimento especial para a Prof^a Maria Socorro por aceitar ser a orientadora do presente trabalho com muito zelo e dedicação, dando auxílio para a sua elaboração; serei eternamente grata por sua paciência e por ser uma professora inspiradora e amável. Agradeço também aos professores examinadores por aceitarem esse pedido.

“A gratidão é a memória do coração.”

- Antístenes

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor adapta às mudanças.”

Charles Darwin

RESUMO

A Biologia Evolutiva é a ciência que estuda os processos da evolução. O estudo da evolução biológica no Ensino Médio é de suma importância uma vez que proporciona aos alunos um pensamento crítico e científico e possibilita uma visão sintética sobre os seres vivos. Desse modo, para uma melhor compreensão sobre o tema é importante que os livros didáticos utilizados pelos alunos contenham informações claras e objetivas, apresentando conteúdos atuais que despertam o interesse do aluno e imagens que facilitam a compreensão do texto. Com isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a Evolução Biológica e analisados três livros didáticos formulados para o Ensino Médio, verificando o desenvolvimento do conteúdo, imagens e figuras utilizadas e as atividades propostas. Por fim, foi organizado um plano de aula para os alunos do 3º ano do Ensino Médio no tema: Evolução Biológica.

Palavras-chave: Biologia Evolutiva. Evolução Biológica. Ensino Médio. Livros didáticos.

ABSTRACT

Evolutionary Biology is the science that studies the processes of evolution. The study of biological evolution in High School is of paramount importance as it provides students with critical and scientific thinking and enables a synthetic view of living beings. Thus, for an understanding of the subject, it is important that the textbooks used by students contain clear and objective information, presenting current contents that arouse the student's interest and images that facilitate the understanding of the text. Thus, a bibliographical review on Biological Evolution was carried out and three textbooks formulated for High School were analyzed, verifying the development of the content, images and figures used and the proposed activities. Finally, a lesson plan was organized for 3rd year high school students on the theme: Biological Evolution.

Keywords: Evolutionary Biology. Evolution Biology. High school. TextBook.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVO.....	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos Específicos.....	12
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
4.1 Ideias evolucionistas	14
4.1.1 Jean-Pierre Baptiste Antoine de Monet	14
4.1.2 Charles Robert Darwin	15
4.2. A Evolução a partir da Síntese Moderna	17
4.3 Fatores da Evolução Biológica.....	18
4.3.1 Efeitos da Mutação.....	19
4.3.2 Seleção Natural e Deriva genética	23
4.3.4 Migração.....	23
4.4 As Evidências da Evolução	24
4.4.1 Órgãos homólogos e análogos.....	25
4.4.2 Órgãos vestigiais	26
4.4.3 Fósseis.....	26
4.5. Especiação.....	26
4.5.1 Processo de especiação	28
5. ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS.....	30
5.1 Análise do livro didático 1.....	30
5.2 Análise do livro didático 2.....	33
5.3 Análise do livro didático 3.....	35
6. PLANO DE AULA	38
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

Nas sociedades primitivas a educação estava nos métodos informais, na qual princípios e costumes eram passados para as gerações seguintes através da convivência em sociedade, fazendo com que houvesse a integração dos indivíduos ao meio social. Logo, o aprendizado aconteceria a partir da necessidade do convívio do indivíduo com o meio que ele estava inserido¹.

O ensinamento da escrita e leitura nas escolas ocorria apenas para alguns membros do clero e pessoas da nobreza¹. No Brasil, o período colonial se baseava na grande propriedade e na mão-de-obra escrava, passando a ter uma sociedade latifundiária, escravocrata e aristocrática, por esse fim, grande parte da sociedade era analfabeta e submissa. Durante esse período iniciou-se uma educação humanística com o objetivo de recrutar fiéis e servidores à igreja católica, movimento denominado Companhia de Jesus, liderado pelo padre jesuíta Manoel da Nóbrega².

Chegando ao Brasil em 1549, os jesuítas fizeram um colégio em Salvador, Bahia, denominado Província Brasileira da Companhia de Jesus. A estratégia dos jesuítas era a alfabetização como um caminho para a catequização, por fim, conseguiriam adeptos à fé católica, mudança de hábitos e costumes e a submissão. No entanto, o programa não proporcionava orientações profissionais ao aluno, uma vez que a atividade da sociedade brasileira estava na agricultura e no trabalho escravo³.

No século XVIII, Marques de Pombal administrava Portugal, realizando diversas reformas educacionais que influenciaram no Brasil. Não havia mais o poder educacional da Igreja, colocando a educação nas mãos do Estado, ocasionando a expulsão dos jesuítas, em 1759. A partir de então o processo educativo passou a ser mais uma vez privilégio da oligarquia agrícola².

Com a chegada de D. João VI no Brasil houve mudanças nas instituições educacionais, na qual foram instaladas as primeiras academias de educação e cultura no Brasil, no entanto ensino primário foi esquecido e a maior parte da população permaneceu iletrada e sem acesso ao poder².

O Ato Institucional de 1834 colocou sobre responsabilidade das províncias o ensino primário e médio e sobre o poder central deu o direito de promover e

regulamentar o ensino superior. No entanto, havia ainda a falta de recursos e métodos para uma arrecadação tributária com fins educacionais, com isso as províncias abriram mão do ensino primário e médio, ficando sob a responsabilidade de redes particulares, resultando então a seletividade e elitismo educacional².

Na República, houve novas propostas educacionais, porém, não havia infraestrutura institucional para assegurar a implantação, além da falta de apoio político das elites que colocava a educação da juventude como um perigo². Contudo ocorreu apenas uma ampliação no ensino secundário particular e um aumento pequeno no grupo docente e uma diminuição nas escolas e matrículas².

No ano 1930, foi criado, pelo presidente Getúlio Vargas o Ministério da Educação e Saúde Pública, ministrado por Francisco Campos³. Em 1932, ocorreu o Manifesto dos Pioneiros pela Educação Nova, regido por Fernando de Azevedo sendo assinada por 26 educadores brasileiros⁴, que tinha como objetivo um novo Sistema Nacional de Educação, no qual defendia o direito de todos ao acesso à escola pública, gratuita e obrigatória⁵. No entanto, apenas em 1934, a educação se tornou um direito de todos, com a nova Constituição Federal⁶.

Em 1953 foi implantado o Ministério da Educação e Cultura (MEC). Até 1960 todos os estados e municípios seguiam o Sistema Educacional Brasileiro, mas em 1961, houve a aprovação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), permitindo mais autonomia dos estados e municípios. Em 1971 foi implantada uma nova LDB, fazendo com que o ensino se tornasse obrigatório dos sete aos quatorze anos de idade⁶.

Em 1988 foi promulgada a Constituição da República Federativa do Brasil, que pressupôs no seu artigo 210, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁷, servindo como base de conhecimento, competências e habilidades que os alunos precisam desenvolver no decorrer do seu período escolar⁸.

No ano 1992, foi formulada uma lei na qual fez com que o MEC se tornasse o Ministério da Educação e do Desporto e em 1995 se tornou responsável pela educação no país. Em 1996, ocorreu uma nova reforma na educação na qual houve a inclusão da educação infantil (creches e pré-escola). No mesmo ano, o Ministério da Educação constituiu o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino

Fundamental e de Valorização do Magistério (Fundef), colocando o Ensino Fundamental sobre sua responsabilidade. Já em 2006 o Fundef foi substituído pelo Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb).⁶

Em 1997 foram formulados para o Ensino Fundamental, 1º ao 5º ano, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), contendo 10 volumes, com o objetivo de auxiliar os docentes na realização dos seus trabalhos e no desenvolvimento do currículo. Já em 1998 foram consolidados os PCNs para o 6º ao 9º ano e em 2000 foram formulados os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) para auxiliar os professores em busca de novos métodos e abordagens⁷.

Com o intuito de haver uma preparação melhor para os estudantes à vida social e produtiva, proporcionando o desenvolvimento de habilidades, respeitando suas potencialidades e condições individuais, foi implantado atualmente o Novo Ensino Médio que fornece aos alunos, além dos conhecimentos básicos, a oportunidade de escolher as áreas que possuem mais interesse, ampliando seus estudos⁹.

A mudança está sendo formulada desde 2017, a BNCC para o Ensino Médio foi promulgada em dezembro de 2018, havendo uma alteração da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), modificando a estrutura do Ensino Médio. Com essa nova reforma, a BNCC irá ocupar 60% da carga horária no currículo e 40% para os Itinerários formativos, que são unidades curriculares que estabelecem conhecimentos para preparar os jovens ao prosseguimento de estudos ou para o mundo do trabalho. Haverá cinco Itinerários Formativos, em que quatro estão associadas as Áreas de Conhecimento e um volume relacionado à formação Técnica e Profissional. Ocorrerá também uma ampliação da carga horária, serão destinadas 1.800 horas para as aprendizagens obrigatórias e 1.200 para o Itinerário Formativo⁹.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Efetuar um levantamento bibliográfico acerca da Evolução Biológica e analisar sua abordagem para o ensino médio.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar um levantamento bibliográfico sobre o tema “Evolução Biológica”.
- Analisar três livros didáticos desenvolvidos para o Ensino Médio formulando uma comparação sobre o tema abordado.
- Elaborar um plano de aula para os alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre a Evolução Biológica.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento bibliográfico sobre a Evolução Biológica foi realizado através de conteúdos acadêmicos, tais como artigos científicos, dissertações, teses, livros e sites especializados como Google Acadêmico, Biblioteca Digital USP, Scielo, além da Biblioteca Milton Soldani Afonso da UNISA - Universidade Santo Amaro. Para buscas específicas foram utilizadas as palavras chaves: Biologia Evolutiva, Darwinismo, Neodarwinismo, Evolução, Síntese Moderna.

Na análise de livros didáticos e no planejamento de aula, houve a utilização dos seguintes livros de Biologia para o Ensino Médio:

Livro 1: Matéria, energia, vida: uma abordagem interdisciplinar: Evolução, biodiversidade e sustentabilidade / Mortimer, Eduardo; Horta, Andréa; Mateus, Alfredo; Munford, Danusa; Franco, Luiz; Matos, Santer; Panzera, Arjuna; Garcia, Esdras; Pimenta, Marcos. 1º ed., São Paulo: Scipione, 2020.

Livro 2: Matéria, energia, vida: uma abordagem interdisciplinar: Origens: o Universo, a Terra e a Vida / Mortimer, Eduardo; Horta, Andréa; Mateus, Alfredo; Munford, Danusa; Franco, Luiz; Matos, Santer; Panzera, Arjuna; Garcia, Esdras; Pimenta, Marcos. 1º ed., São Paulo: Scipione, 2020.

Livro 3: Multiversos: Ciências da Natureza: origens / Godoy, Leandro Pereira; 1º ed., São Paulo: FTD, 2020.

A análise dos livros ocorreu com eixo no tema: Evolução Biológica, na intenção de avaliar a linguagem utilizada para alunos do 3º ano do Ensino Médio, a utilização de imagens e ilustrações e as atividades propostas.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Biologia Evolutiva é a ciência que estuda a origem das espécies e o seu processo de modificação suscitada ao longo das gerações, abrangendo a diversidade da vida e a compreensão da forma e comportamento dos organismos a partir das linhas de população¹⁰.

Iniciou-se por meio das teorias levantadas para a explicação da evolução biológica, em especial a partir da obra de Charles Darwin *On the Origin of Species* (Sobre a Origem das Espécies), em 1859, na qual tinha o objetivo de detalhar o porquê as espécies passavam por mudanças e o motivo de suas adaptações¹⁰.

4.1 Ideias evolucionistas

A concepção de evolução e cosmos da vida eram analisadas desde a Antiguidade pelos filósofos iônicos ou pré-socráticos, sendo considerados os primeiros no século VI a.C. que levantaram hipóteses transformistas em relação aos seres vivos. Depois, outros filósofos do pensamento grego, Platão e Aristóteles, eliminavam as hipóteses do transformismo, afirmando que as semelhanças e diferenças dos animais proporcionavam a ordenação em grupos determinados e fixos. Segundo eles, os seres eram a manifestações de suas essências metafísicas¹¹.

O surgimento do pensamento evolucionista moderno se deu no século XVIII¹¹. A ideia de que as espécies eram fixas e imutáveis (fixismo), na qual haviam sido criadas por uma entidade superior (criacionismo), não era aceita pelos naturalistas, esses afirmavam que os organismos passavam por transformações ao longo do tempo, o que deu início ao movimento denominado “transformismo” e “evolucionismo”¹². Dentre os principais autores que descreveram sobre as teorias da evolução, na transição do século XVIII para o XIX destaca-se Jean-Pierre Baptiste Antoine de Monet e Charles Robert Darwin¹¹.

4.1.2 Jean-Pierre Baptiste Antoine de Monet

Em 1800, o naturalista francês Jean Pierre Baptiste Antoine de Monet, conhecido como cavaleiro de Lamarck (1744-1829), desenvolveu a ideia de que o surgimento de espécies, animais e vegetais, se dava a partir de contínuas

transformações ao longo do tempo¹³. Segundo ele, as espécies aumentavam a sua complexidade de acordo com as formas primitivas que haviam sido surgidas por geração espontânea¹².

Dentre as obras de grande importância de Lamarck está *Philosophie Zoologique* (1809), na qual foi descrito a teoria de que as espécies passavam por modificações ao longo do tempo e se transformavam em outras espécies¹⁰, ideia denominada “transformismo”.

Os mecanismos evolutivos de Lamarck baseavam-se em dois princípios: Lei do uso e do desuso na qual o uso contínuo de um órgão tenderia a desenvolvê-lo, havendo modificações estruturais, enquanto um órgão que não era utilizado (desuso) causaria redução e atrofia^{14, 15}; e a lei da herança de caracteres adquiridos que afirmava que todas as modificações adaptativas geradas pelas modificações estruturais do uso e desuso em determinados órgãos, passariam para a geração seguinte^{14,15}. O conceito de herança de caracteres adquiridos que já eram discutidas desde a Grécia Antiga por Platão¹⁰, porém Lamarck apresentou um raciocínio mais elaborado e de muito valor para os estudos posteriores.

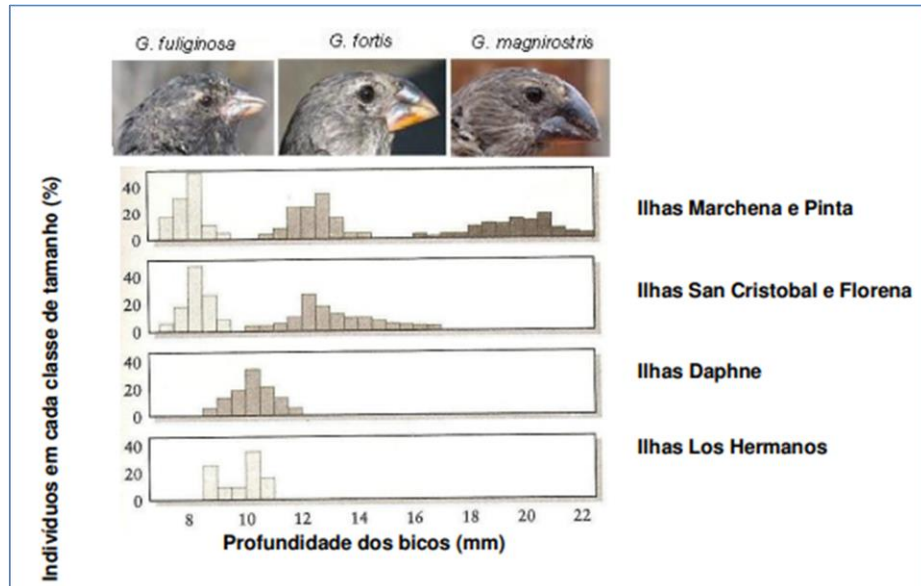
4.1.3 Charles Robert Darwin

Charles Robert Darwin, nascido na Inglaterra (1809-1882), foi um naturalista de extrema importância que apresentou de forma abrangente a explicação da evolução, descrevendo as suas evidências que não se apoiava em um ser superior ou poderes sobrenaturais¹⁶.

Ingressou em uma viagem pelo mundo como naturalista a bordo do H.M.S Beagle^{10, 15, 16}, partindo da Inglaterra em dezembro de 1831, retornando em outubro de 1836. Nessa viagem, coletou uma grande quantidade de espécimes enquanto o navio passava pela costa leste da Patagônia, do Estreito de Magalhães e de partes da costa oeste e suas ilhas adjacentes^{16, 17}. Quando retornou, em outubro de 1836, começou a estudar sobre os espécimes que recolheu, no entanto percebeu que havia diferentes espécies de pássaros (Figura 1) em sua coleção das Ilhas Galápagos, havendo uma variação de ilha para ilha, levantando a hipótese de que todas aquelas espécies tinham surgido a partir de um ancestral comum¹⁸. Foi nesse

momento que Darwin iniciou a criação de uma teoria para a explicação do por que as espécies passavam por mudanças e adaptações^{10, 19}.

Figura 1. Demonstração de diferentes tamanhos de bicos dos tentilhões (*Geospiza sp.*) de Galápagos



Fonte: Livro: Ecologia / Cruz, Denise Dias, 2015, pg. 175²⁰.

Para Darwin, a partir das mudanças do ambiente ocorridas com o passar do tempo, as novas formas de uma espécie estariam mais adaptadas ao ambiente do que as formas antigas, fazendo com que as espécies denominadas bem-adaptadas passassem a ter uma frequência aumentada, por outro lado, as espécies mal adaptadas teriam a sua frequência diminuída, fator conhecido como “luta pela vida”¹⁰.

Darwin defendeu que a variação biológica aconteceu em uma larga escala, ocasionando a seleção natural¹⁹, que se trata de reproduções diferenciais a partir das variações na capacidade de sobrevivência das populações pela modificação no espaço que ele está inserido, desse modo, há um benefício para os seres mais adaptados. Através da seleção natural é possível explicar a origem e diversificação das espécies. As variedades morfológicas encontradas em uma mesma espécie são o substrato sobre o qual a seleção natural atua¹⁹.

Dentre as variações resultando a luta pela sobrevivência está a disponibilidade de alimentos e nutrientes, o clima, a distribuição geográfica das

populações de uma mesma espécie e ao isolamento geográfico¹⁹. Portanto, a ideia central de Darwin era de que a partir dessas modificações havia a luta pela sobrevivência, ocasionando a seleção natural, mecanismo responsável pela maior parte da diversidade biológica¹⁹.

Em 1858, Charles Darwin recebeu um manuscrito “Sobre a Tendência das Variedades de se Afastarem Indefinidamente a Partir do Tipo Original”, realizada por Alfred Russel Wallace (1823-1913)¹⁰, no qual mesmo não utilizando o termo seleção natural estava relatando o mesmo processo explicado por Darwin¹⁹. Inspirados no trabalho de Thomas Robert Malthus (1766-1834), Darwin e Wallace publicaram relatos sobre a ideia de que na natureza o organismo que melhor se adapta as condições sobrevive e deixa mais descendentes¹⁹. No entanto, enquanto Wallace tinha como estudo central a seleção natural como único mecanismo evolutivo, Darwin não excluía a hipótese de outros processos influenciarem na evolução¹⁹.

Em 1859, Darwin publicou um resumo de todas as suas descobertas: *On the origin of Species* (Sobre a Origem das Espécies)¹⁵. Em sua obra, Darwin propôs a visão de que a evolução ocorreu em um padrão de árvore ramificada¹⁰ (árvore da vida), que representaria o surgimento de descendências de seres vivos com modificações¹⁷ partindo de um ancestral em comum.

Portanto, as duas principais concepções de Darwin descritas na obra “A Origem das Espécies” é de que os seres vivos são consequência de uma descendência com modificação a partir de ancestrais comuns e de que o mecanismo fundamental da biologia evolutiva é a seleção natural das variações hereditárias. A partir dessa obra foi possível elaborar um conceito para o estudo da morfologia comparada, embriologia descritiva, paleontologia e biogeografia¹⁵.

4.2 A evolução a partir da síntese moderna

A teoria de Darwin, denominada Darwinismo, descrita em sua obra de grande importância “A Origem das Espécies”, passou por várias mudanças, mas apesar das suas modificações, as concepções de Darwin ainda são primordiais para a Biologia evolutiva, como as transformações das espécies com o decorrer do tempo, a seleção natural e a geração de espécies a partir de um ancestral comum, representado através da árvore ramificada¹⁸. No entanto, no final do século XIX, o

mecanismo da seleção natural passou por críticas e dúvidas entre os cientistas, fazendo com que nas décadas de 1890 e a 1920 surgissem teorias antidarwinistas, que negaram o processo evolutivo por meio da seleção natural¹⁸. Durante esse período, Peter Bowler (historiador da biologia), denominou a alta rejeição da teoria de Darwin como “eclipse do darwinismo”¹⁸.

A seleção natural como principal mecanismo da evolução ocorreu através da Síntese Evolutiva durante a década de 1930 e 1940, na qual houve a comprovação da teoria da seleção natural a partir da teoria mendeliana da hereditariedade^{10,18}, ação também denominada Neodarwinismo ou Síntese Moderna. Os novos conceitos foram aplicados por Ronald Aylmer Fisher (1890-1962), J. B. S. Haldane (1892-1964) e Sewall Wright (1889-1988), que se espalhou por todas as áreas biológicas se tornando uma ideia aceita¹⁰.

Com a genética, ciência que estuda a hereditariedade e a variação dos seres vivos, surgiu um novo conceito de evolução em termos genéticos. Foi iniciada no século XX a partir de Gregor Johann Mendel (1822-1884) que estudava sobre a hereditariedade de características específicas de ervilha²². Com os estudos de Sisher, Wright e Haldane sobre a hereditariedade nas populações, foram desenvolvidas provas experimentais gerando a fusão entre o Mendelismo e o Darwinismo²².

A evolução passou a ser compreendida como o processo das frequências alélicas na população, ocorrendo com o passar do tempo, através da seleção natural. Além disso, para uma estimação das frequências na população foi necessário entender a população como conjunto de organismos que se cruzam entre si possuindo um fundo genético comum, sendo considerada a genética das populações²².

4.3 Fatores da Evolução Biológica

Com a Biologia Evolutiva é possível compreender a diversidade da vida, que ocorrera a partir de evoluções por meio das influências ambientais, mutações, deriva genética e seleção natural.

4.3.1 Efeitos da mutação

A mutação é definida como alteração na molécula do DNA ocasionando mudanças nos genes. No DNA (ácido desoxirribonucleico) é encontrado o material hereditário necessário para formar e manter um organismo²¹. A sua localização na célula irá depender do tipo de célula.

Existem dois principais tipos de células: células eucarióticas e as células procarióticas. As células eucarióticas são estruturas complexas que tem a presença de organelas internas e um núcleo que é envolvido por uma membrana; todos os organismos multicelulares complexos são constituídos por elas. Nelas o DNA está localizado dentro do núcleo, organizado em estruturas denominadas cromossomos, que possui sua quantidade variada conforme as diferentes espécies. As células procarióticas, por sua vez, não apresentam núcleo e tem sua estrutura mais simplificada, desse modo, o DNA fica em seu interior, porém sem região específica¹⁰.

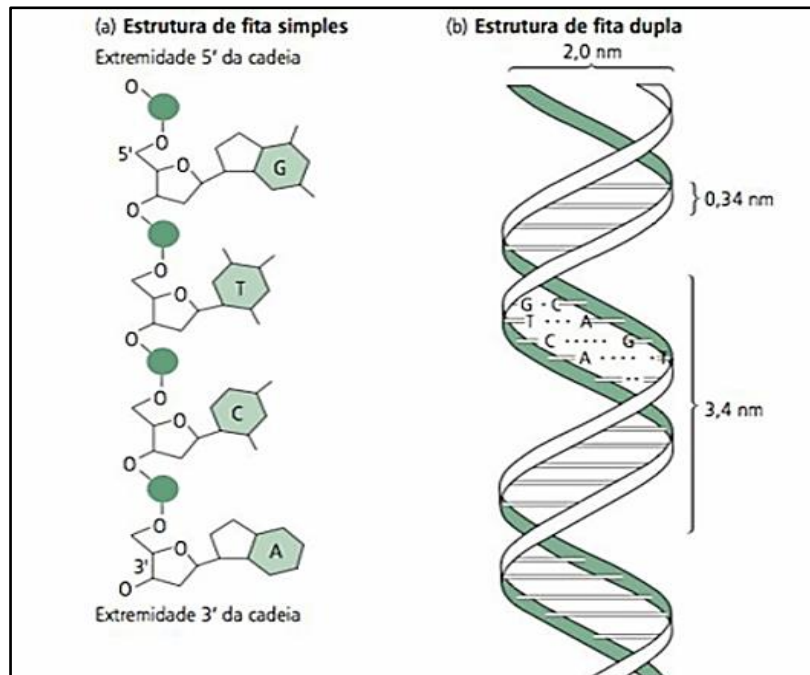
São encontrados no DNA quatro desoxirribonucleotídeos, em que cada um possui um açúcar de cinco carbonos (classificados como desoxirribose), um grupo fosfato e uma base nitrogenada que se diferenciam. Os átomos do carbono da desoxirribose são numerados em sequência específica como carbono 1', carbono 2', e assim por diante. As quatro bases nitrogenadas estão em dois grupos químicos distintos, onde a citosina e a timina são pirimidinas e adenina e guanina são purinas, sendo abreviados por C, T, A e G²¹.

A fita simples de DNA é considerada um suporte principal, constituído por uma sequência de bases ligadas a agrupamentos de fosfato e açúcar. A molécula de DNA completa ocorre quando duas fitas se enrolam uma na outra, ocasionando a dupla-hélice, em que há interações hidrofóbicas entre os átomos no interior da hélice e a formação de pontes de hidrogênio em cada base nitrogenada²¹ (Figura 2).

As bases nitrogenadas possuem uma geometria na qual permite a formação de bases de adenina e timina (A – T) ou guanina e citosina (G – C) se alinhando em fitas opostas. Essas junções purina-pirimidina são denominadas pares de bases complementares²¹. O pareamento das bases fornece um mecanismo para a

replicação do material hereditário. A responsável por sintetizar a nova fita do DNA a partir da fita molde é a proteína DNA polimerase, processo chamado de replicação²¹.

Figura 2: Estrutura de uma molécula de DNA



Fonte: Ridley, Marck¹³

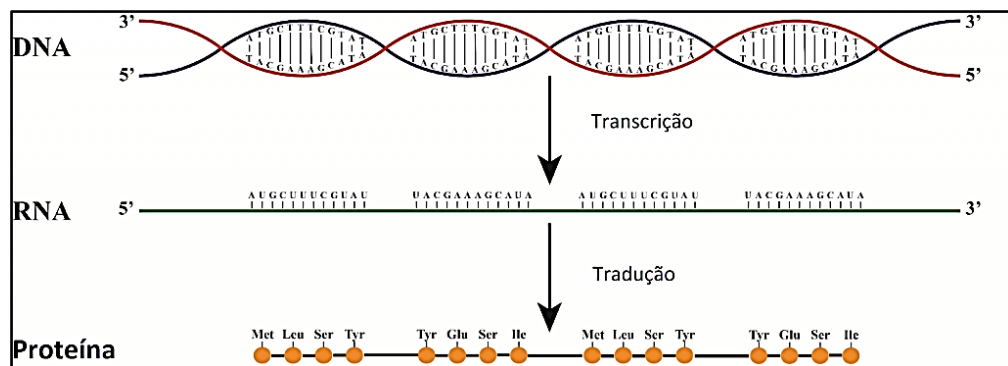
O DNA codifica informações que são utilizadas para sintetizar o RNA (ácido ribonucleico) e as proteínas responsáveis pela estrutura das células e pelo controle de reações químicas em seu interior²¹.

O RNA é composto por um conjunto de moléculas que possui uma composição similar a do DNA. É constituído por uma fita simples e ao contrário do DNA, contém a base nitrogenada uracila, em vez da timina. Durante a transcrição do DNA (Figura 3) são sintetizados três tipos principais de moléculas do RNA: RNA mensageiro (mRNA), RNA transportador (tRNA) e RNA ribossômico (rRNA)²⁵.

O código genético é lido em trincas de bases chamadas códon. O início e o final de um gene é sinalizado por sequências de bases distintas que sinaliza a mensagem de DNA. Existem 64 códon diferentes, em que três são para “parada” e 61 codificam os aminoácidos¹⁰. A transcrição ocorre no núcleo, onde o DNA é transcrito em RNA mensageiro (mRNA) que são traduzidos em proteína, nesse processo, o tRNA e rRNA atua como mediadores²⁵.

Após a molécula de mRNA ser montada com base em gene específico, ela parte do núcleo até o ribossomo, formado pelo rRNA, onde acontece a produção de proteínas, na qual a sequência de aminoácidos é lida de acordo com a sequência de mRNA, processo denominado tradução, realizado por meio do tRNA¹⁰.

Figura 3: Processo de transcrição e tradução do DNA



Fonte: retirado de <https://conhecimentocientifico.com/dna-e-rna/>³⁰

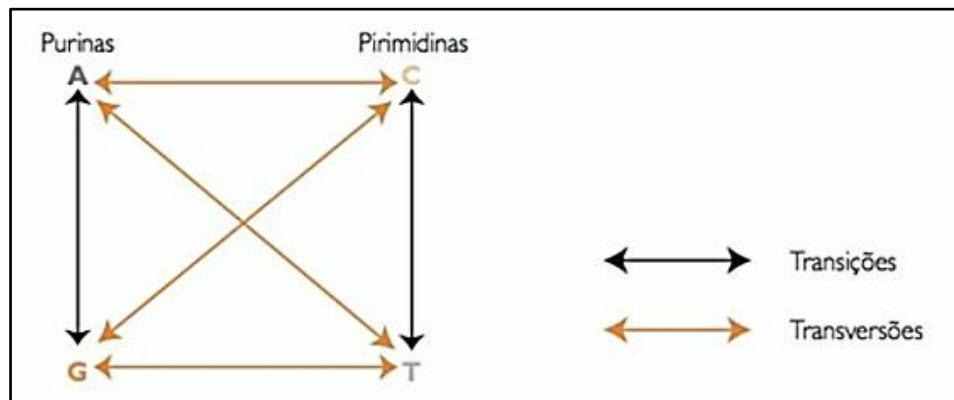
Os genes, portanto, foram definidos como segmentos do DNA que codificam distintos tipos de RNA ou de produtos proteicos; já os alelos como versões do mesmo gene se diferenciando em sua sequência de bases e as mutações como mudanças na sequência de bases do DNA²¹.

Durante a reprodução de uma célula, o DNA e seus genes são replicados. Na produção de uma cópia do DNA pode haver erros, podendo ser corrigidos pelas enzimas de revisão e reparação, no entanto, alguns erros persistem mesmo após o processo de revisão e reparação, sendo caracterizados como mutação, podendo ocasionar a codificação de uma forma diferente de uma proteína, com propriedades diferentes da original. Na teoria da evolução, a mutação mais importante ocorreu na produção dos gametas que foram passadas para a prole, se diferenciando dos progenitores¹⁰.

Há vários tipos de mutações: a mutação pontual sendo caracterizada por uma troca de base na sequência do DNA, portanto, seu efeito irá depender do tipo de troca na base; as mutações sinônimas ou silenciosas, ocorre entre duas trincas que codificam o mesmo aminoácido não tendo efeito na sequência de proteínas; as mutações pontuais não sinônimas ou significativas que alteram o aminoácido¹⁰.

Há também a mutação de mudanças de fases, que ocorre quando um par de bases é inserido havendo uma alteração na base; a transição que ocorre quando há uma troca de pirimidina por outra ou de purina por outra; e a transversões sendo caracterizada por uma troca de purina por uma troca de pirimidina ou vice-versa¹³ (Figura 4). Existem também mutações que são capazes de influenciar porções maiores do DNA, como a transposição, que altera a extensão do genoma, pois cria um novo segmento duplicado do DNA¹⁰.

Figura 4: Transições e Transversões



Fonte: Livro: Análise Evolutiva, pg 147.

As mutações podem influenciar de grandes porções de cromossomos até cromossomos inteiros; além disso, mutações na maior escala podem duplicar todos os cromossomos de um genoma, sendo classificados como poliploidia, podendo representar uma nova espécie²¹.

A taxa de mutação pode ser caracterizada a partir das variações genéticas observadas em um fenótipo de um organismo¹⁰. Passam por modificações através da variação na estrutura das enzimas envolvidas na replicação e no reparo do DNA. As altas taxas de mutação podem proporcionar vantagens em ambientes novos ou em uma mudança rápida²¹.

As mutações se caracterizam como vantajosas quando possibilitam o aumento da sobrevivência do mutante portador; neutra se não houver mudança no efeito do portador; e desvantajosas se caso diminuem a possibilidade de sobrevivência do mutante portador¹⁰.

Com compreensão do DNA como material hereditário e a noção de que os genes codificam as moléculas de proteínas e de RNA desempenhando uma função

específica na célula, houve o desenvolvimento no estudo de síntese dos ácidos nucléicos e das proteínas. A partir de então houve o estudo da adaptação no nível gênico pelos evolucionistas moleculares²¹.

Em nível molecular, a evolução ocorre entre trocas de nucleotídeos ou bases no DNA e de aminoácidos nas proteínas. A modificação evolutiva é mencionada através da palavra “substituição”. A substituição gênica é caracterizada como um aumento da frequência da forma de um gene. Contudo, as substituições evolutivas são estudadas a partir da comparação de diferentes espécies¹⁰.

4.3.2 Seleção natural e deriva genética

A mudança drástica aleatória na frequência gênica é classificada como deriva genética. As variações da deriva genética podem levar a fixação ou a eliminação de uma variação genética²², portanto a medida que ela ocorre, a variação entre as populações aumenta de geração a geração¹⁵.

A seleção natural e a deriva genética possibilitam a explicação do polimorfismo dentro de uma espécie e as trocas evolutivas entre as espécies. Polimorfismo é uma condição que uma população possui ser maior do que um alelo para um loco¹⁰.

4.3.2 Migração

Outro fator que levou a evolução biológica foi a migração, uma vez que por meio dela pode ocorrer alteração das frequências gênicas através da população (ou amostra dela) que migra, resultando nas mudanças na população de origem ou na população que recebe os indivíduos e/ou na nova população ocasionada pelas migrações (comunidades isoladas)¹⁰.

Portanto, a mutação, deriva genética, migração e seleção natural possibilitaram as alterações das frequências alélicas dentro e entre as populações com o passar das gerações. O ambiente foi caracterizado como um agente seletor, na qual ocasionou a evolução adaptativa, tendo o papel de eliminar ou fixar fenótipos e seus alelos. Desse modo, houve mudanças em uma população conforme as pressões favorecidas pelas interações bióticas e abióticas²².

4.4 Evidências da Evolução Biológica

As evidências evolutivas são as comprovações encontradas na natureza que provam que o processo evolutivo ocorreu com o passar das gerações por meio dos cruzamentos entre os organismos junto com a série de mutações. Podem ser encontradas características em diferentes espécies que provam o fator evolutivo²³. Com os estudos da Ecologia, Geografia, Anatomia Comparada, Paleontologia, Biologia Molecular, Embriologia e a Biogeografia é possível compreender o processo da evolução biológica e as evidências que a faz ser um fato²³.

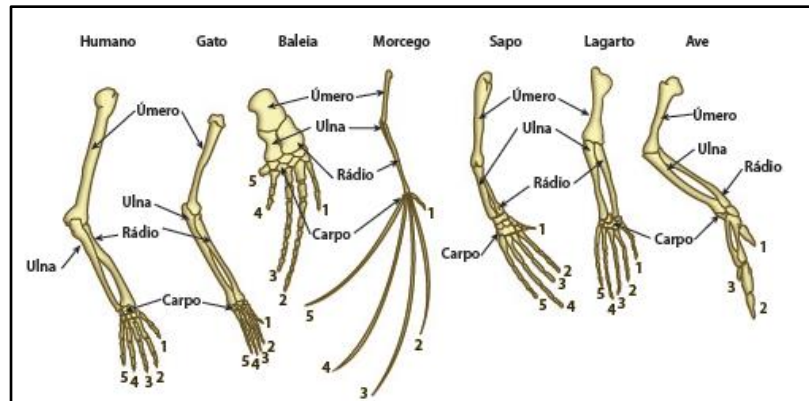
4.4.1 Órgãos homólogos e análogos

A Anatomia Comparada é a ciência que estuda as relações das diferentes estruturas morfológicas entre diferentes espécies por meio da Embriologia Comparada. Com o início desses estudos houve a criação da terminologia órgãos homólogos e órgãos análogos²³.

São chamados órgãos homólogos aqueles que se originam do mesmo esboço embrionário¹⁰. Homologia é uma palavra de origem grega, a junção “*homo*” significa “igual” e “*logos*” significa “estudo”. A homologia é o estudo das partes similares dos organismos²⁴. Portanto, são estruturas que possuem origem relacionada a uma mesma estrutura ancestral, embora contenham funções distintas nas espécies comparadas. A radiação adaptativa ou irradiação adaptativa propõe que o mesmo órgão homólogo pode apresentar diferentes funções conforme as espécies²³ (Figura 6).

Os órgãos análogos, por sua vez, são estruturas que apresentam a mesma função em diferentes espécies, porém não evoluíram de um mesmo órgão ancestral, possuindo diferentes origens evolutivas. O processo que caracteriza as diferentes linhagens que possuem o mesmo hábitat contendo diferentes estruturas anatômicas com funções parecidas é o conceito de convergência adaptativa ou evolução convergente²³.

Figura 6: Representação da homologia nas estruturas ósseas dos membros inferiores de alguns vertebrados.



Fonte: Livro Genética Evolutiva ¹⁹

A homoplasia é o conceito utilizado para classificar as semelhanças adquiridas independentemente por duas ou mais espécies; podendo ser um ancestral comum ou não²³. Portanto, enquanto as homologias são identificadas por meio da presença de um mesmo caráter em duas espécies, as homoplasias sugerem que o mesmo caráter evoluiu independentemente nas espécies que possuem¹⁰.

Um processo que está relacionado com a geração de órgãos homólogos é a radiação adaptativa ou a irradiação adaptativa²³. Os tentilhões das Ilhas Galápagos que partiram de uma população ancestral comum, são exemplos de radiação adaptativa. Embora as 14 espécies de tentilhões sejam semelhantes morfológicamente, elas possuem formatos diferentes de bicos conforme a necessidade de captar alimento nas diferentes ilhas, logo, se adaptaram conforme as condições diferentes²³.

4.4.2 Órgãos vestigiais

Na Anatomia Comparada houve um estudo dos órgãos vestigiais. Com a adaptação do organismo ao novo ambiente inserido não houve muita necessidade de alguns órgãos. De acordo com a seleção natural, há um gasto de energia manter um órgão; portanto, os organismos que gastam menos energia na manutenção de um órgão tende a ter mais sucesso reprodutivo do que os organismos que gastam energia os mantendo²³.

Os órgãos que não são mais necessários podem interferir no desenvolvimento nas novas adaptações dos indivíduos. Sendo assim, com o passar do tempo as estruturas que não são mais requisitadas diminuem, se apresentando em traços da estrutura que outrora foi completa e funcional²³.

4.4.3 Fósseis

A Paleontologia também contribuiu para as evidências evolutivas, fornecendo informações sobre a sucessão de espécies que habitavam o planeta²³. Com base em registros contidos nas rochas, os processos evolutivos ocorreram ao longo da escala geológica. Portanto, por meio dos fósseis é possível evidenciar a origem de organismos de diferentes grupos²⁴.

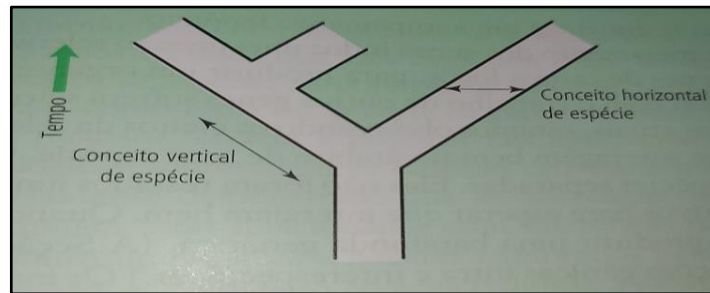
4.5 Especiação

Na sociedade as espécies são reconhecidas e definidas a partir de suas características fenéticas¹⁰. No entanto, a biologia evolutiva tem colocado uma definição de espécie de acordo com um sistema de nomeação e classificação da diversidade da vida, refletindo na história evolutiva dos organismos. A maioria dos biólogos define a espécie como a menor unidade evolutiva independente que são isoladas por falta de fluxo gênico²¹.

A mutação, seleção, fluxo gênico e deriva genética levam a independência evolutiva, havendo a separação de evoluções. Conforme as mudanças de frequências alélicas acontecem, há uma formação de uma fronteira limitante da propagação de alelos, dessa forma, as diferentes espécies andam em distintos percursos evolutivos. Quando há uma ausência de fluxo gênico há a essência da especiação²¹.

Existem vários conceitos de espécies, dentre eles está o conceito horizontal, caracterizado pelos indivíduos que pertencem a quais espécies em um certo momento; e o conceito vertical que organiza os indivíduos que pertencem a determinada espécie o tempo todo¹⁰ (Figura 7).

Figura 7: conceitos horizontais e verticais



Fonte: Livro: Evolução, Ridley, Mark¹³

O conceito biológico de espécie define a espécie em termo de intercruzamento¹⁰ que possibilita a inserção da taxonomia das espécies no esquema conceitual da genética de população, termo caracterizado por um grupo de indivíduos que se intercruzam resultando em um conjunto gênico, que por sua vez é a unidade em que as frequências gênicas podem mudar. Conforme dois indivíduos de uma espécie se cruzam, os seus genes são passados para a sua prole; com o processo ocorrendo no decorrer das gerações, com conjunto gênico da espécie os genes de diferentes organismos são rearranjados. Portanto, a identidade das espécies ocorre com o compartilhamento do conjunto gênico¹⁰.

O fluxo gênico caracterizado pela movimentação dos genes de uma espécie através de migrações e intercruzamentos possibilita a explicação para cada espécie estar em um agrupamento fenético¹⁰.

A constante mudança nos genes ocasiona uma pressão seletiva que ocorre a favor dos genes que se interagem melhor com os genes de outros locos, dessa forma acontece a produção de um organismo mais adaptado; já os genes que não se interagem passarão por uma seleção contrária¹⁰.

O conceito de espécie por reconhecimento define uma espécie como um grupo de indivíduos que possuem o mesmo sistema específico de reconhecimento para acasalamento, permitindo reconhecer novos parceiros potenciais¹⁰.

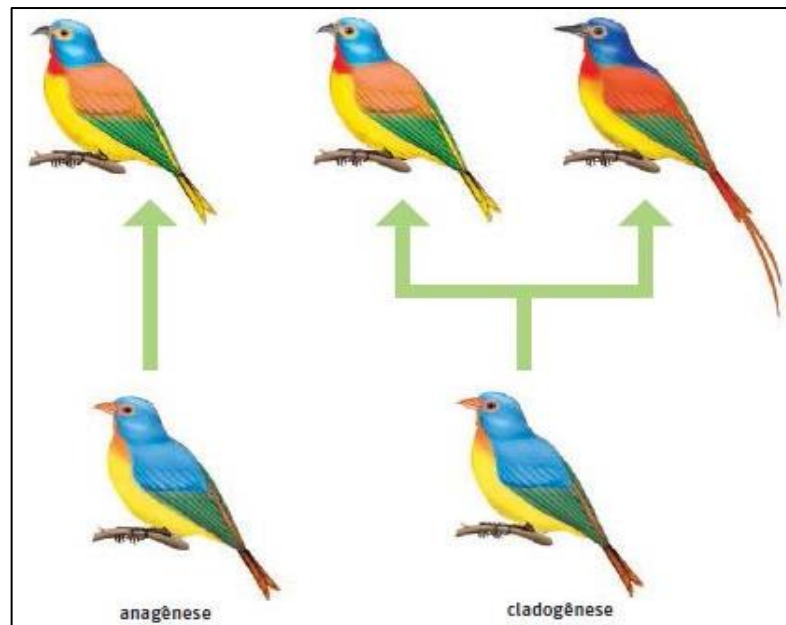
O conceito ecológico de espécie a define como conjunto de organismos mais adaptados a um nicho ecológico. Por fim, o conceito fenótipo de espécie define uma determinada espécie de acordo com as semelhanças fenéticas entre si. Contudo, os conceitos de espécies levantados visam definir que a vida existe a partir das diferentes espécies¹⁰.

O conceito filogenético de espécie, conhecido também como conceito genealógico de espécie se baseia na condição monofilética das espécies. A identificação das espécies ocorre com a análise da filogenia de populações que estão relacionadas com os menores agrupamentos monofiléticos. As diferentes populações de uma mesma espécie que apresentam fluxo gênico compartilham características que as fazem ser diferentes das demais populações²².

4.5.1 Processo de especiação

O processo de especiação pode ser realizado por meio da anagênese, ocorrendo uma transformação gradual de uma espécie para uma espécie nova; ou pela cladogênese (Figura 8) que é a formação de novas espécies a partir de uma determinada espécie, gerando ramificações nas linhagens. Podem ocorrer através do isolamento geográfico da população, alterações cromossômicas e/ou divergência das características²³.

Figura 8: Identificação da anagênese e cladogênese



Fonte: retirado de <http://ateoriadaevolucioaposdarwin.blogspot.com/2015/11/evolucao-e-diversidade-da-vida.html>

Para ocorrer o processo de especiação, ocorre o isolamento da população na qual uma parte integrante da população se isola de sua população original por meio de uma barreira física ou alterações nos cromossomos que impede ou reduz a ocorrência do fluxo gênico²³.

Quando uma população é diferente geneticamente da outra há um bloqueio no fluxo gênico. O isolamento geográfico ocorre através da dispersão e colonização de novos ambientes ou através de eventos denominados vicariância (quando duas espécies de regiões distintas se cruzam)²³.

Também pode ocorrer uma especiação com a ausência de um isolamento geográfico entre as populações, por meio das alterações cromossômicas, como as poliploidias, ocorrendo o isolamento reprodutivo^{10 23}.

Contudo, com as mutações ou alterações cromossômicas que ocorreu dentro de cada população (conforme a redução ou a eliminação do fluxo gênico) pode ocorrer divergência genética através da deriva genética e a seleção natural, surgindo características novas na população^{23, 10}.

Existem dois tipos essenciais de especiação: alopátrica que ocorre com o isolamento geográfico e simpátrica que ocorre sem o isolamento geográfico. A especiação alopátrica, também chamada de especiação geográfica, acontece quando uma grande população de uma espécie é separada por uma barreira geográfica, ficando isoladas geologicamente. Com o surgimento das duas novas populações, e as informações genéticas a reprodutividade é isolada para cada espécie. Desse modo, embora haja novamente um contato entre as duas espécies, elas não se cruzarão^{23, 10}.

Por sua vez, a especiação simpátrica ocorre quando novas espécies são formadas sem que haja um isolamento geográfico, nesse caso a especiação ocorre com a presença do fluxo gênico²³.

5. ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Na educação, os livros didáticos representam um papel de suma importância, servindo como material de apoio para os professores e os alunos, sendo uma das principais ferramentas utilizadas no processo de ensino-aprendizado. Por esse motivo, há altos números de estudos visando compreender e verificar as informações contidas em diferentes assuntos, seguindo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)²⁸.

O ensino de Evolução Biológica proporciona a compreensão de que os seres vivos passaram por transformações ao longo das gerações sendo caracterizados pelas variações genéticas resultando a diversidade. Além disso, são levantadas as teorias evolucionistas e a importância da Biologia Evolutiva na atualidade.

No entanto, embora os livros didáticos passem por revisões e análises²⁸ pode haver uma ausência de informações essenciais para o entendimento da teoria da evolução, a falta de compreensão de que as diferentes teorias evolucionistas contribuíram uma para a outra²⁹, ausência de contextualização entre o assunto abordado e as experiências vivenciadas pelos alunos e pouca contribuição a ampliação de pensamento crítico²⁸.

Com isso, foram analisados três livros didáticos formulados para o ensino médio, com o critério de verificar a linguagem explícita; a adequação do conteúdo abordado; a utilização de imagens e ilustrações; e as atividades propostas. Os livros escolhidos foram livros do Novo Ensino Médio: Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias onde estão contidas as seguintes matérias: Biologia, Química e Física.

Para a análise houve a divisão dos livros na seguinte forma: análise do livro didático 1; análise do livro didático 2; e análise do livro didático 3.

5.1 Análise do livro didático 1

O primeiro livro didático avaliado (Quadro 1) foi formulado para o Ensino Médio e se encontra na sua 1ª edição. (Figura 9)

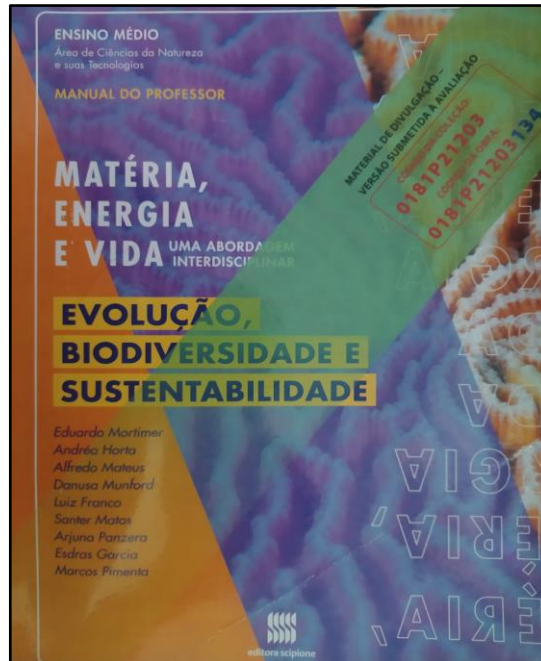
Quadro 1: Identificação do Livro 1

Livro	Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar.
Módulo	Evolução, Biodiversidade e Sustentabilidade.
Autores	Montimer, Eduardo; Horta, Andréa; Mateus, Alfredo; Munford, Danusa;

	Franco, Luiz; Matos, Santer; Panzera, Arjuna; Garcia, Esdras; Pimenta, Marcos.
Editora	Scipione
Ano	2020

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 9: Capa do Livro Didático 1



Fonte: Autoria própria (2021)

A análise ocorreu na Unidade I: A Evolução dos seres vivos, com foco central no Capítulo 1: Fundamentos dos processos evolutivos, contendo um total de vinte e nove páginas, sendo da página doze até a página quarenta. No Quadro 2 foram destacados os parâmetros gerais utilizados para a análise.

Quadro 2: Parâmetros gerais utilizados para a análise do livro didático 1.

CONTEÚDO	Ótimo	Bom	Reg.	Ruim	Aus.
Relevante	X				
Atualizado	X				
Bem estruturado	X				
Correto	X				
Desperta interesse	X				
ATIVIDADES					
Exercícios estimulam o raciocínio	X				
Exercícios diversificados		X			
ILUSTRAÇÕES					
Esclarecem o texto	X				
Substituem o texto			X		
São citadas no texto	X				

Diversidade	X				
Referência (quando forem fotos)	X				
Escala		X			
FORMATO					
Manuseio fácil	X				
Qualidade gráfica	X				
Atraente	X				
LINGUAGEM					
Adequada aos alunos	X				
Número de termos técnicos		X			
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	X				

Fonte: Adaptado de Myriam Krasilchick

Em aspectos gerais, o livro se encontra atualizado e bem estruturado com letras legíveis; contém imagens de boa qualidade que são chamadas no texto e referenciadas; apresentam gráficos atuais; possuem explicações em figuras que facilitam a compreensão. No entanto, um ponto negativo é que o livro não contém glossário que oferece definições de termos no livro.

A Unidade I desse livro é constituída por dois capítulos que irão discutir sobre a Evolução Biológica. Para a análise específica foi selecionado o Capítulo 1, que aborda os seguintes tópicos: Ideias fixista: uma visão estática do mundo; As primeiras visões evolucionistas; Evolução como transformação na qual foram destacados as teorias de Jean-Baptiste Lamarck, Alfred Wallace e Charles Darwin; Evidências biológicas da seleção natural; Evidências da seleção natural relacionada à distribuição geográfica. Ao longo do capítulo também foram apresentadas atividades que estimulam o raciocínio do aluno.

O conteúdo do livro se inicia com assuntos atuais; no início é encontrado a Atividade 1: A importância da Biologia Evolutiva na atualidade, em que os alunos deverão ler trechos de notícias publicados na revista de Pesquisa Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), e associar alguns fenômenos, como a resistência das bactérias à antibióticos, com a evolução dos seres vivos. Dessa forma, por ser um assunto atual e contextualizado, desperta melhor o interesse dos alunos para compreender a Biologia Evolutiva e sua importância, destacados no decorrer do capítulo. Não há uma diversidade nas

atividades, no entanto, são contextualizadas e auxiliam no censo crítico e no desenvolvimento do aluno.

Por meio do estudo desse capítulo é possível comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin, compreendendo que ambos tiveram contribuições de estudos anteriores; analisar as diversas formas de manifestações da vida nos diferentes níveis de organização; e levantar justificativa sobre as situações-problema encontradas na perspectiva científica.

5.2 Análise do livro didático 2

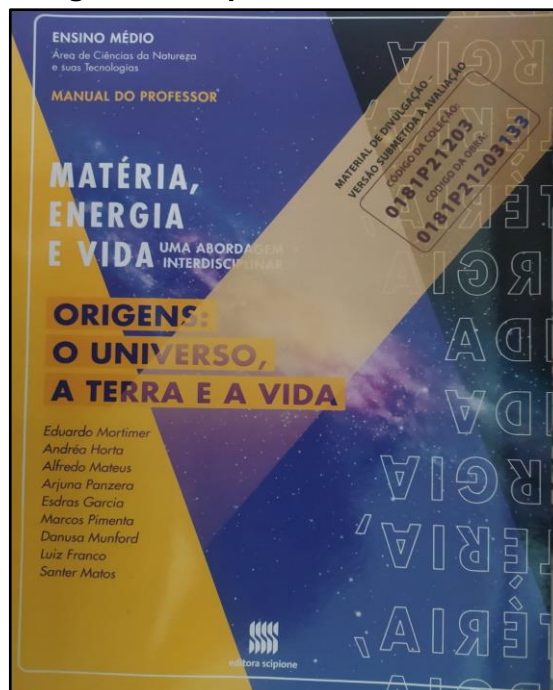
O segundo livro analisado (Quadro 3) formulado para o Ensino Médio: Ciências da Natureza e suas Tecnologias faz parte da mesma coleção do livro didático 1, no entanto, a análise teve foco as evidências da vida na Terra. (Figura 10)

Quadro 3: Identificação do Livro 2

Livro	Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar.
Módulo	Origens: o universo, a terra e a vida
Autores	Montimer, Eduardo; Horta, Andréa; Mateus, Alfredo; Munford, Danusa; Franco, Luiz; Matos, Santer; Panzera, Arjuna; Garcia, Esdras; Pimenta, Marcos.
Editora	Scipione
Ano	2020

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 10: Capa do Livro Didático 2



Fonte: Autoria própria (2021)

A análise ocorreu na Unidade 2: A origem da vida, com eixo central no capítulo 3: A vida na Terra e as evidências de sua origem. Esse capítulo se inicia na página cento e doze finalizando na página cento e trinta e dois, contendo vinte e uma páginas. Os parâmetros gerais para a análise (Quadro 4) foram os mesmos da análise do livro 1, no entanto apresentou resultados diferentes:

Quadro 4: Parâmetros utilizados para a análise do livro didático 2.

CONTEÚDO	Ótimo	Bom	Reg.	Ruim	Aus.
Relevante		X			
Atualizado	X				
Bem estruturado		X			
Correto	X				
Desperta interesse		X			
ATIVIDADES					
Exercícios estimulam o raciocínio	X				
Exercícios diversificados	X				
ILUSTRAÇÕES					
Esclarecem o texto	X				
Substituem o texto			X		
São citadas no texto	X				
Diversidade	X				
Referência (quando forem fotos)	X				
Escala		X			
FORMATO					
Manuseio fácil	X				
Qualidade gráfica	X				
Atraente	X				
LINGUAGEM					
Adequada aos alunos		X			
Número de termos técnicos	X				
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	X				

Fonte: Adaptado de Myriam Krasilchick

O início do capítulo: A vida na Terra e as evidências da sua origem, abordou os critérios científicos para estudar a origem da vida, para isso, iniciou com a Atividade 1 – “O que é a vida?” Estimulando os alunos a formularem uma definição e a responder exercícios em duplas para serem discutidas as questões apresentadas.

No decorrer do conteúdo foram apresentadas as evidências da origem da vida dando ênfase no registro fóssil. Há diversos textos que complementam o conteúdo

do capítulo. As imagens são referenciadas e citadas. Não há uma diversificação de atividades propostas para os alunos. O livro não possui glossário.

Portanto, embora haja a falta de diversidade de atividades, os exercícios proporcionam o estímulo a leitura, pesquisa e o desenvolvimento do senso crítico. O texto possui uma linguagem de fácil compreensão, logo pode ser uma boa ferramenta para os professores e alunos.

5.3 Análise do livro didático 3

O terceiro livro para análise (Quadro 5), também formulado para o Novo Ensino Médio ocorreu nos temas que explicavam as ideias evolucionistas, a teoria sintética da evolução e o conceito de especiação. (Figura 11)

Quadro 5: Identificação do livro didático 3

Livro	Ciências da Natureza
Módulo	Origens
Autores	Godoy, Leandro; Agnolo, Rosana Maria; Melo, Wolney
Editora	FTD
Ano	2020

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 11: Capa do livro didático 3



Fonte: Autoria própria (2021)

A análise ocorreu na Unidade 4: A evolução da vida, com enfoque no tema 1: Ideias evolucionistas; tema 2: Teoria sintética da evolução; e tema 3: Especiação. A análise teve início na página cento e dezesseis até a página cento e trinta e sete. Os parâmetros gerais da análise estão contidos no Quadro 5, seguindo o mesmo conteúdo das análises anteriores.

Quadro 6: Parâmetros utilizados para a análise do livro didático 3.

CONTEÚDO	Ótimo	Bom	Reg.	Ruim	Aus.
Relevante	X				
Atualizado	X				
Bem estruturado	X				
Correto	X				
Desperta interesse			X		
ATIVIDADES					
Exercícios estimulam o raciocínio		X			
Exercícios diversificados			X		
ILUSTRAÇÕES					
Esclarecem o texto	X				
Substituem o texto			X		
São citadas no texto					X
Diversidade		X			
Referência (quando forem fotos)	X				
Escala		X			
FORMATO					
Manuseio fácil	X				
Qualidade gráfica	X				
Atraente	X				
LINGUAGEM					
Adequada aos alunos		X			
Número de termos técnicos		X			
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	X				

Fonte: Adaptado de Myriam Krasilchick

O conteúdo do livro se apresenta de forma atualizada e com uma boa estrutura, possuindo um quadro com “Saiba mais” no qual há um aprofundamento de conceitos específicos. É composto por textos claros e objetivos, no entanto, provavelmente não desperta muito interesse nos alunos, visto que não há muita contextualização entre o assunto tratado com as experiências dos alunos traçadas pelas questões atuais. No livro há uma apresentação da paleontologia como uma fonte de evidências para a evolução.

As ilustrações são referenciadas e podem esclarecer o texto, porém não são citadas no decorrer do conteúdo. São encontrados no final de cada tema atividades de acordo com o assunto abordado, no entanto, não há um incentivo para a pesquisa e investigação, como encontrado nos livros 1 e 2. No final do livro há alguns exercícios preparatórios para o Enem, que possibilitam o preparo dos alunos para o vestibular. Contudo, quanto ao conteúdo apresentado, não apresentou erros, contendo linguagem de fácil compreensão.

6. PLANO DE AULA

Tema: Evolução Biológica

Turma: 3º ano do Ensino Médio

Matéria: Biologia

Conteúdo Programático:

- Importância da Biologia Evolutiva.
- Ideias evolucionistas com enfoque nas teorias de Lamarck e Darwin.
- Teoria Sintética da Evolução.
- Fatores e evidências da Evolução.
- Conceito da Especiação e sua importância.

Recursos didáticos:

- Livro: Multiversos: Ciências da Natureza: origens / Godoy, Leandro Pereira; 1º ed., São Paulo: FTD, 2020.
- Aula expositiva com utilização de Datashow.

Objetivo Geral:

Entender a Evolução Biológica como processo de modificação e adaptação das espécies ao longo do tempo.

Objetivos Específicos:

- Reconhecer as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin.
- Compreender a Teoria Sintética da Evolução.
- Conhecer os mecanismos que levaram a Evolução;
- Reconhecer as evidências da Evolução.
- Compreender a importância da Especiação.

Estratégias:

- Roda de conversa sobre a Evolução Biológica.
- Leitura do Livro.
- Aula expositiva.

- Atividade Avaliativa.

Cronograma:

Serão necessárias quatro aulas para o ensino da Evolução Biológica:

1º aula: realização de uma roda de conversa a respeito da Evolução Biológica. Será iniciado com o professor realizando as seguintes perguntas:

- O que é a Evolução?
- Você conhece alguma teoria evolutiva?
- Em sua opinião, a Biologia evolutiva é importante?
- Existem evidências da Evolução? Se sim, quais são?

Conforme os alunos irão discutindo, haverá explicação sobre o que é a evolução, as evidências evolutivas, e a importância da Biologia evolutiva.

2º aula: com a utilização da lousa será explicado sobre o pensamento evolutivo de Lamarck, Darwin e Wallace, destacando a obra de Darwin: A origem das Espécies.

3º aula: explicação sobre a Teoria Sintética da Evolução, descrevendo os fatores evolutivos, com a utilização de apresentação de slides.

4º aula: atividade avaliativa com uma questão dissertativa, cinco questões alternativas e o desafio de uma elaboração de um mapa mental apresentando as evidências da evolução.

Atividade Avaliativa:

1) Descreva qual a importância da Biologia Evolutiva na atualidade.

2) Associe corretamente os itens a seguir:

A – Lamarck B – Darwin

() Afirmou que o uso e desuso das características dos seres vivos tenderiam a ser desenvolvidas ou atrofiadas, se fossem muitos ou pouco utilizados, respectivamente.

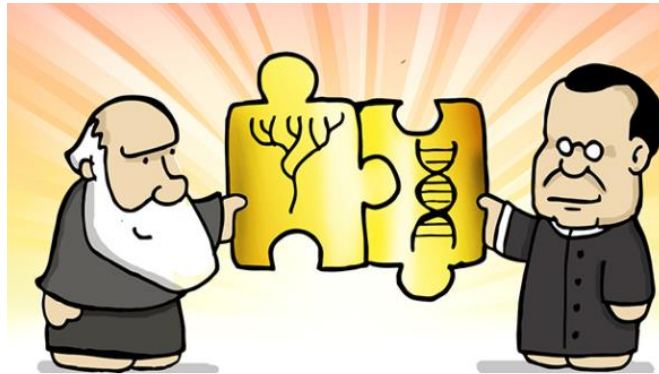
- () Escreveu a obra “A Origem das Espécies”.
- () Afirmou que as espécies atuais surgiram espontaneamente, de modo independente.
- () Realizou uma viagem pelo mundo como naturalista.
- () Afirmou que espécies atuais surgiram de ancestrais que se modificaram ao longo do tempo.

A melhor alternativa que confere com as respostas é:

- A) A, B, A, B, B
 - B) B, B, A, B, A
 - C) A, B, B, B, A
 - D) A, A, A, B, B
- 3)** (ENEM) As mudanças evolutivas dos organismos resultam de alguns processos comuns à maioria dos seres vivos. É um processo evolutivo comum a plantas e animais vertebrados:
- A) Movimento de indivíduos ou de material genético entre populações, o que reduz a diversidade de genes e cromossomos.
 - B) Sobrevivência de indivíduos portadores de determinadas características genéticas em ambientes específicos.
 - C) Aparecimento, por geração espontânea, de novos indivíduos adaptados ao ambiente.
 - D) Aquisição de características genéticas transmitidas aos descendentes em resposta a mudanças ambientais.
 - E) Recombinação de genes presentes em cromossomos do mesmo tipo durante a fase da esporulação.
- 4)** No período em que Darwin defendeu sua teoria, o conhecimento de Genética não era muito desenvolvido, ocasionando lacunas em sua obra. Anos depois, com os conhecimentos avançados em Genética, houve um complemento na teoria de Darwin, possibilitando a explicação dos fatores evolutivos. Essa teoria é chamada:

- A) Fixismo
- B) Evolução moderna
- C) Teoria sintética da evolução
- D) Equilíbrio pontuado

5) Observe a charge a seguir e assinale a alternativa correta:

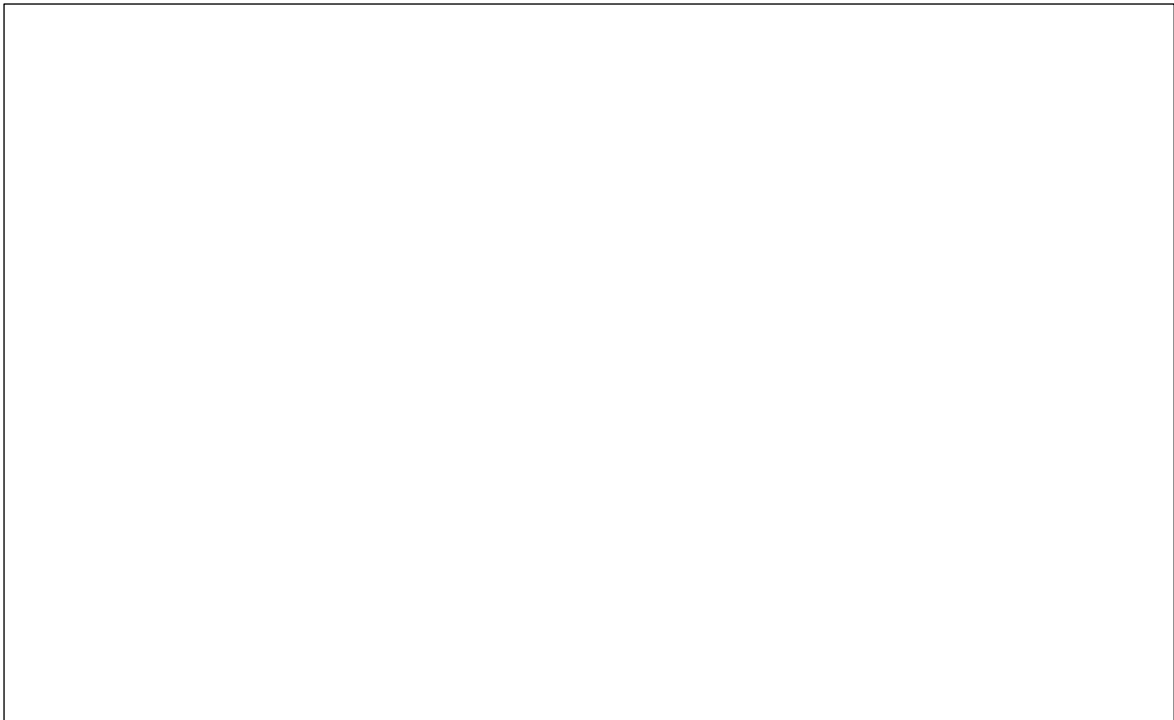


Fonte: retirado de <https://www.umsabadoqualquer.com/tirinhas/um-sabado-qualquer/>

- A) A charge apresenta o pensamento de Lamarck sobre o uso e desuso e de Darwin sobre a árvore da vida, completando-se para a compreensão da genética evolutiva.
 - B) A charge apresenta as ideias de Wallace que contribuíram para obra de Darwin “A origem das Espécies”
 - C) A charge apresenta a junção de pensamentos sobre a seleção natural e a especiação simpátrica.
 - D) A charge apresenta a importância de compreender que todos os pensamentos evolutivos estão corretos, sendo juntados como um quebra-cabeça para ter uma teoria única: Teoria sintética da evolução.
 - E) A charge apresenta a junção dos pensamentos de Darwin e Mendel, sendo fundamentais para a Teoria sintética da evolução.
- 6) (UFPA) Na borda norte e na borda sul do Grand Canyon habitam duas populações de esquilos com diferenças morfológicas marcantes que, em condições naturais, sem as barreiras geográficas, não são capazes de se inter cruzarem. As duas populações constituem _____ diferentes, devido principalmente a (ao) _____.

- A) Raças – isolamento reprodutivo.
- B) Espécies – isolamento reprodutivo.
- C) Raças – isolamento geográfico.
- D) Espécies – isolamento geográfico.
- E) Raças – diferenças morfológicas.

7) Realize um mapa mental apresentando as evidências da evolução biológica.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw a mind map. The box is currently blank.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Evolução Biológica possibilita a compreensão e entendimento das diferentes áreas da Biologia. Além disso, proporciona aos alunos um pensamento crítico e científico e possibilita uma visão sintética sobre os seres vivos. Os livros didáticos possuem uma grande importância na compreensão da evolução, servindo como uma ferramenta para o professor e o aluno.

Os livros didáticos analisados apresentam uma linguagem de fácil compreensão e imagens que auxiliam na compreensão do texto. Foi observado que nos livros didáticos 1 e 2 a maneira que foi abordado o tema sobre Evolução Biológica pode despertar o interesse do aluno, uma vez que há assuntos atuais e atividades que estimulam o seu raciocínio, no entanto, não há uma diversidade de exercícios. No livro didático 3, embora conteúdo possua uma fácil compreensão, não há um estímulo para o pensamento crítico do aluno e atividades que pode ser um facilitador para uma melhor compreensão do tema.

Contudo, os livros didáticos de Biologia que apresentam o tema da Evolução Biológica precisam despertar o interesse dos alunos, com textos e figuras que esclarecem o tema e atividades diversificadas para uma boa compreensão. Dentro da sala de aula, o professor deve ser um facilitador e articulador do conhecimento.

O plano de aula foi realizado no intuito de ensinar a Evolução Biológica de forma abrangente, estimulando o senso crítico e científico do aluno, realizando uma roda de conversa para haver uma introdução de forma clara e não interferir na questão religiosa do aluno, que por sua vez, pode ter a oportunidade de expressar a sua opinião com respeito.

REFERÊNCIAS

1. Jurídica, R., & Dourados, U. (n.d.). História da educação: surgimento e tendências atuais da universidade no Brasil; 13p.
2. Rennes, Paulo; Ribeiro, Marçal. HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO ESCOLAR NO BRASIL: NOTAS PARA UMA REFLEXÃO
3. Ministério da Educação | CPDOC. A Era Vargas: dos anos 20 a 1945 [internet]. Disponível em: <https://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/anos30-37/IntelectuaisEstado/MinisterioEducacao>.
Acessado em: 15 de setembro de 2021
4. Filho, João Cardoso Palma Filho. A EDUCAÇÃO ATRAVÉS DOS TEMPOS
5. Abrucio, Fernando Luiz; Segatto, Catarina Ianni. O MANIFESTO DOS PIONEIROS E O FEDERALISMO BRASILEIRO: PERCALÇOS E AVANÇOS RUMO A UM SISTEMA NACIONAL DE EDUCAÇÃO; 2014; p 43 – 57.
6. Ministério da Educação; História. [internet]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/97-conhecaomec-1447013193/omec-1749236901/2-historia>.
Acessado em: 15 de setembro de 2021.
7. Base Nacional Comum Curricular. HISTÓRICO DA BNCC [internet]. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico>.
Acessado em: 15 de setembro de 2021.
8. Base Nacional Comum Curricular. EDUCAÇÃO É A BASE [Internet]. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>.
Acessado em: 20 de setembro de 2021
9. Menezes, Luís Carlos. NOVO ENSINO MÉDIO DE BOLSO [internet]. Disponível em: <https://issuu.com/editoradobrasil/docs/nem-issuu?fr=sMGNhNDMwMjU0OQ>.
Acessado em: 19 de novembro de 2021.
10. Ridley, Marck; Evolução; tradução Henrique Ferreira, Luciane Passaglia, Rivo Fischer, - 3. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2006. 752 p.
11. Dagalarrondo, Paulo. EVOLUÇÃO DO CÉREBRO: Sistema Nervoso, Psicologia e Psicopatologia Sob a Perspectiva Evolucionista. 2021 / 461 p

12. Rev. Bras. de Iniciação Científica (RBIC), Itapetininga, v. 6, n.1, p. 159, jan/mar.,2019
13. Martins, Lilian Al-Chueyr Pereira; Baptista, Ana Maria Haddad. Lamarck, evolução orgânica e tempo: algumas considerações. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=B3cWjZ2tB3YC&oi=fnd&pg=PA279&dq=jean+pierre+baptiste+antoin+de+monet&ots=lQcB7hXngA&sig=m6j8A8Z_4ZG8xtmKuXpesdLekak#v=onepage&q=jean%20pierre%20baptiste%20antoine%20de%20monet&f=false
14. Tidon, Rosana; A teoria evolutiva de LAMARCK. 2014. 5 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rosana-Tidon/publication/262256417_A_teoria_evolutiva_de_Lamarck/links/0f31753721a31b777c000000/A-teoria-evolutiva-de-Lamarck.pdf
15. Futuyama, Douglas. Biologia Evolutiva. Coordenador da tradução Mario de Vivo; coordenador da revisão técnica Fábio de Melo Sene – 2º Edição – Ribeirão Preto: FUNPEC-R.P, 2002.
16. Mayr, Ernest; O que é evolução? 1º Edição. 342 p.
17. Meyer, Diogo; El-Hani, Charbel Niño – A evolução da teoria Darwiniana [internet]. Disponível em: http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000300011&lng=en&tlng=en
Acessado em: 01 de outubro de 2021.
18. Maria Rocha de Almeida, Ana, Niño El-Hani, Charbel. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. Journal Article. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/KBtnzpjBtDxpS9KLsBgpbnHN/?format=pdf&lang=pt>
19. Silva, Mariane Tavares; Santos, Charles Morphy. Uma análise histórica sobre a seleção natural: de Darwin – Wallace à síntese estendida da Evolução. 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/Dialnet-UmaAnaliseHistoricaSobreASelecaoNatural-5893180.pdf>
20. Cruz, Denise Dias; ECOLOGIA, 2015. Pg. 175
21. Freeman S, Herron JC. Análise Evolutiva. 2009.
22. Universidade de Coimbra; Estudo Geral Repositório científico da UC. [internet] Disponível em:

- <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/21457/1/AP26.27.pdf> Acessado: 02 de outubro de 2021
23. Souza, Líada Rainha; Toni, Daniela Cristina; Cordeiro, Juliana. *Genética Evolutiva*. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.
 24. Mourão, Igor Amaral Conte Lofredo. *História Genealógica do Conceito de Homologia: Uma Análise Filomemética*. São Paulo, 2016. 203 p.
 25. Klug WS, Cummings MR, Spencer CA, Al. E. *Conceitos de Genética*. 9ª Edição. Editora, Arned, 2010. 896 p.
 26. Lofeu, Leandro. *Mais que seleção: o papel do ambiente na origem e evolução da diversidade fenotípica*.
 27. Rocha, Pedro Luís Bernardo; Roque, Nádia; El-Hani, niño Charbel. *Livros didáticos de biologia do Ensino Médio: resultados do PNLE/2007*. [internet]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/tL8zwm8JbLPxf5XzGGNYRGn/?lang=pt>
Acessado: 22 de outubro de 2021.
 28. Alves, Everton Fernando. *Análise do uso de elementos da paleontologia em livros didáticos de biologia no ensino médio*. Actio: Docência em Ciências. Curitiba, 2021.
 29. Rodrigues, Raiany Meirelli dos Anjos; Oliveiram David Holanda. **ABORDAGEM DO TEMA TEORIAS EVOLUTIVAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**. 2015; 11 p.